UNIVERSITÉ DE STRASBOURG FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1930—1931. No. 61.

CONTRIBUTION à l'ÉTUDE HISTOLOGIQUE et CHIMIQUE du PISTIL, du FRUIT et des ORGANES VÉGÉTATIFS des DIPSACÉES.

THÈSE

présentée et soutenue publiquement le ..... Mai 1931 à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg pour obtenir le grade de Docteur de l'Université
(mention Pharmacie)

par

W. KLEIN, *Pharmacien*
Assistant à la Faculté.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. LAVIALLE, *Professeur*, Président
M. JADIN, *Professeur* } Juges
M. LOBSTEIN, *Professeur* }

STRASBOURG
IMPRIMERIE O. BŒHM
1931

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1930 — 1931. No. 61.

CONTRIBUTION à l'ÉTUDE HISTOLOGIQUE et CHIMIQUE du PISTIL, du FRUIT et des ORGANES VÉGÉTATIFS des DIPSACÉES.

THÈSE

présentée et soutenue publiquement le ..... Mai 1931 à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg pour obtenir le grade de Docteur de l'Université
(mention Pharmacie)

par

W. KLEIN, *Pharmacien*
Assistant à la Faculté.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :

M. LAVIALLE, *Professeur,* Président
M. JADIN, *Professeur* } Juges
M. LOBSTEIN, *Professeur* }

STRASBOURG
IMPRIMERIE O. BŒHM
1931

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. JADIN, *Doyen*, o. ✻, ✪ I, ✱.
A. SARTORY, *Assesseur*, C. ✻, ✪ I, o. ✱.
CUVIER, *Secrétaire*.

PROFESSEURS

MM.	JADIN, o. ✻, ✪ I, ✱	Pharmacie chimique.
	A. SARTORY, C. ✻, ✪ I, o. ✱	Bactériologie.
	LAVIALLE, ✪ I, ✱	Botanique.
	LABORDE, ✻, ✪ I	Chimie organique.
	VOLMAR, ✪ I.	Analyse chimique.
	LOBSTEIN, ✻, ✱, ✪ I.	Matière médicale.
	GUILLAUME, ✻, ✱, ✪	Pharmacie galénique.

PROFESSEUR HONORAIRE

M. BRÆMER ✻, ✪ I, o. ✱.

COURS COMPLÉMENTAIRES

MM.	LABORDE, ✻, ✪ I.	Chimie biologique.
	GUILLAUME, ✻, ✱, ✪	Zoologie.
	VOLMAR, ✪ I.	Chimie minérale.
	LOBSTEIN, ✻, ✱, ✪ I.	Hydrologie et Hygiène.
	BRÆMER, ✻, ✪ I, o. ✱	Législation et Déontologie.
	LAPP, ✪	Physique.
	COLLARD, ✱, ✪ I.	Toxicologie.
	R. SARTORY	Cryptogamie.

CHEFS DE TRAVAUX PRATIQUES

MM.	LAPP, ✪	Chimie pharmaceutique.
	COLLARD, ✱, ✪ I.	Chimie et Physique.
	BOHN	Histoire naturelle.
	R. SARTORY	Bactériologie et Parasitologie.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A MON MAITRE,

MONSIEUR LE PROFESSEUR LAVIALLE,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA FACULTÉ DE PHARMACIE
DE STRASBOURG

En témoignage de ma vive gratitude.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548010_0051

A MON PÈRE ET A MA MÈRE,

En gage de ma plus vive affection.

A MA FIANCÉE.

A MON FRÈRE.

A MES PARENTS ET AMIS.

INTRODUCTION.

Dans la graine, la protection de l'embryon est assurée de façons diverses.

Chez les **Gymnospermes**, l'embryon est entouré par l'endosperme et par un tégument souvent ligneux.

Chez les **Angiospermes** dont les fruits libèrent leurs graines par déhiscence, l'embryon est enveloppé par un tégument plus ou moins épais, doublé souvent par un albumen. — Lorsque le fruit ne contient qu'une graine et n'est pas déhiscent (akène), l'embryon est muni d'une enveloppe supplémentaire persistante: le péricarpe. La persistance du péricarpe autour de la graine entraîne, habituellement, une simplification dans la structure du tégument séminal proprement dit (Graminées, Ombellifères, Composées), qui peut être réduit à une assise, ou à un très petit nombre d'assises cellulaires ou encore être résorbé. La résorption n'est, toutefois, jamais absolument complète, et aboutit ordinairement à une zône aplatie, membraniforme, au sein de laquelle on retrouve plus ou moins facilement la partie ligneuse des faisceaux.

Chez les **Dipsacées**, gamopétales inférovariées, l'ovaire est complètement entouré par un organe bien spécial: l'involucelle, qui donne à cette petite famille une individualité très nette parmi les Astérales. De plus, l'involucelle persiste autour de l'akène mûr, et offre alors un développement et des caractères variés qui interviennent dans la distinction morphologique des genres et des espèces.

Dans le présent travail, nous étudions le retentissement de l'involucelle sur le développement et la structure définitive du péricarpe et du tégument séminal, dans les sept genres les plus importants et dans trente-deux espèces. Nous suivons, pas à pas, sur *Knautia arvensis,* le développement de l'ovaire en fruit, en notant, pour chaque stade, les caractères histologiques particuliers au tégument, au péricarpe et à l'involucelle.

D'autre part, notre attention a été retenue par les substances de réserve contenues dans l'albumen et dans les cotylédons. Nous les avons caractérisées et, parfois dosées.

Enfin, nous avons cru utile de décrire la structure de l'appareil végétatif (racine, rhizome, tige, feuille) dans quelques types, et de voir si les organes sécréteurs tannifères, déjà signalés chez *Dipsacus sylvestris,* se retrouvent dans les autres genres. Accessoirement, nous avons dosé le tanin dans la tige et dans la feuille de *Dipsacus sylvestris.*

Nous divisons notre travail en six parties:

1) **Généralités et Historique.**
2) **Etude de développement de l'ovaire en fruit chez Knautia arvensis** COULT.
3) **Etude comparée de la structure du fruit dans les divers genres et espèces.**
4) **Etude comparée de la structure de l'appareil végétatif.**
5) **Identification et dosage des matières de réserve et des produits de sécrétion.**
6) **Conclusions.**

Notre travail a été exécuté dans le laboratoire de Botanique de la Faculté de Pharmacie de Strasbourg, sous la direction de Monsieur le Professeur LAVIALLE.

Avant d'aborder l'exposé de ce travail, nous prions notre Maître, Monsieur le Professeur LAVIALLE, de bien vouloir trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance. Nous tenons, particulièrement, à le remercier d'avoir bien voulu nous choisir comme assistant, de nous avoir éclairé de ses conseils et d'avoir dirigé nos recherches.

Nous exprimons nos vifs remerciements à Monsieur le Professeur Jadin, Doyen de la Faculté et à Monsieur le Professeur Lobstein, juges de notre travail, pour la bienveillance qu'ils nous ont toujours témoignée pendant notre séjour à la Faculté.

Notre gratitude s'adresse aussi à tous nos Maîtres de la Faculté, auxquels nous devons notre instruction professionnelle.

Nous avons enfin le plaisir de remercier Monsieur Bohn, Chef de Travaux d'Histoire Naturelle, qui nous a donné son précieux concours pour l'exécution des dessins qui illustrent cette Thèse.

PREMIÈRE PARTIE.

Chapitre Premier.

GÉNÉRALITÉS.

Les **Dipsacées** (δίψαυ ἀκέομαί : j'apaise la soif) doivent leur nom au fait que leurs feuilles opposées sont, parfois, connées en un large cornet membraneux où l'eau de pluie s'accumule (*Dipsacus*). Par cette disposition, les feuilles constituent un réservoir naturel d'eau.

Les travaux concernant les caractères morphologiques de la famille des Dipsacées sont très nombreux et, en partie, très anciens. *Dispsacus sylvestris* était déjà connu par les Grecs. Dioscoride le cite comme plante médicinale. Les Chinois connaissaient et employaient également cette plante en médecine. L'*Alphita* [64, I, p. 658] [1]), une des plus importantes listes des drogues utilisées au moyen âge, mentionne *Scabiosa major* et *minor*. Les «*Tabula Simon Jannensis*» écrits entre 1270 et 1303, et le «*Dispensatorium de Cordus*» du 16e siècle qui était pour ainsi dire la première pharmacopée parue dans les pays situés au nord des Alpes, indiquent *Scabiosa* comme plante médicinale [64, I, p. 664 et 802].

Si des espèces appartenant aux genres *Dipsacus* et *Scabiosa* étaient connues comme médicaments, et étaient décrites d'une façon plus ou moins complète par plusieurs auteurs de

[1]) Les numéros placés entre [ ] renvoient à l'Index bibliographique page 106.

l'antiquité, il reste néanmoins vrai que ce sont les travaux de Tournefort (1656—1708), de Linné (1707—1778) et de Vaillant, qui aboutirent à créer les genres actuels de la famille.

Dès 1722, Vaillant [65] avait pour ainsi dire établi le groupe des Dipsacées, mais d'une façon peu précise.

Linné [42], dans son *Gener. Plantarum*, donne une description morphologique des genres *Dipsacus, Scabiosa, Knautia* et *Allionia*. Plus tard, il ajoute encore les genres *Succisa, Asterocephalus* et *Pterocephalus* [43].

A. L. de Jussieu (1699—1777) [30] décrit dans la classe 11, comme premier ordre: les Dipsacées. Il divise la famille en deux séries. La première comprend «les plantes à fleurs groupées» (*aggregati*): *Morina, Dipsacus, Scabiosa, Knautia, Allionia*. La deuxième renferme les espèces «à fleurs distinctes» (*distincti*): *Valeriana*. Cet auteur place par conséquent les Dipsacées dans la même famille que les Valérianes.

Adanson [2] présente sous le nom de Scabieuses (*Scabiosae*) *deux sections*. La première, «fleurs en têtes ou verticillées», comprend les genres: *Allionia, Knautia, Scabiosa, Dipsacus, Asterocephalus, Pterocephalus, Morina*. La deuxième section «fleurs en corymbes» est constituée par les Valérianes. Cet auteur réunit donc encore les Dipsacées et les Valérianacées.

Cette classification a été suivie jusqu'en 1823, époque à laquelle Coulter [17], qui s'était spécialement occupé des *Dipsacus* et des *Scabiosa*, en fît, sous le nom de Dipsacées, une famille à part.

Cette séparation des Dipsacées et des Valérianacées a été ensuite admise par de Candolle [13] qui divise les Dipsacées en 2 tribus: 1. *Morinae;* 2. *Scabiosae*. Dans les *Scabiosae*, il range les genres *Dipsacus, Cephalaria, Knautia* et *Scabiosa*. Ce botaniste donne aussi une description du genre Triplostegia, qu'il classe parmi les Valérianacées.

Endlicher [21] donne la même classification que de Candolle, mais ajoute, à la tribu des Scabieuses, le genre *Pterocephalus*.

Boissier [10] dans Flora orientalis, donne une description morphologique complète des genres et espèces de Dipsacées. Boissier accepte aussi la division de la famille en *Morinae* et *Scabiosae*. Dans cette dernière tribu, il distingue sept genres: *Dipsacus, Cephalaria, Knautia, Succisa, Scabiosa, Callistemma* et *Pterocephalus*.

Bentham et Hooker [8] divisent les Dipsacées seulement en cinq genres: *Triplostegia, Morina, Dipsacus, Cephalaria* et *Scabiosa*. Ce dernier comprend sept sous-genres.

Baillon [3] réunit encore les genres *Cephalaria* et *Scabiosa* et ne distingue que quatre genre: *Triplostegia, Morina, Dipsacus* et *Scabiosa*. Il désigne la famille sous le nom de **Dipsacacées** et la considère comme formée par deux séries: 1. Les Dipsacées, caractérisées par la préfloraison imbriquée de la corolle, l'indépendance des anthères, l'opposition des feuilles et l'existence des involucelles floraux; 2. les Boopidées, «reliant les Dipsacées vraies aux Composées, et caractérisées par la préfloraison valvaire de la corolle, la syngénésie des étamines, l'absence des involucelles floraux et l'alternance des feuilles.» Comme caractères constants de la famille, il indique: la direction descendante de l'ovule qui la sépare des Composées, et la présence d'un albumen dans la graine qui la distingue et des Composées et des Valérianacées.

Bien que les deux auteurs précédents n'admettent qu'un nombre réduit de genres, des botanistes modernes divisent la famille des Dipsacées en un nombre plus élevé de genres.

Ainsi, Van Tieghem [67] distingue 8 genres: *Triplostegia, Morina, Dipsacus, Cephalaria, Scabiosa, Succisa, Knautia* et *Pterocephalus*.

Höck [28] divise la famille en 10 genres. (Voir plus loin: classification de la famille d'après Höck, page 15). D'après cet auteur, les espèces des genres 3 à 10 sont si voisines et si souvent reliées par des intermédiaires, qu'on pourrait les grouper dans un seul genre. C'est la raison pour laquelle Bentham et Hooker ont groupé tous ces genres, sauf *Cephalaria* et *Dipsacus*, sous le nom de *Scabiosa* et que Baillon place, même les *Cephalaria*, dans le genre *Scabiosa*. Mais, d'après

Höck, il est plutôt indiqué de distinguer un plus grand nombre de genres car, dit-il, les espèces de *Pycnocomon* et de *Pterocephalus* se séparent autant les unes des autres, que certaines espèces des genres *Cephalaria* et *Dipsacus* se distinguent du genre *Scabiosa* élargi par Bentham et Hooker.

Cette classification de Höck nous a paru la plus judicieuse, et c'est elle que nous adopterons (voir tableau page 15).

Les travaux des botanistes cités précédemment, traitent toujours de la famille entière. Ces travaux présentent un grand intérêt au point de vue de la constitution de la famille, et ils sont remarquables et précieux en ce qui concerne la description morphologique des genres et des espèces. Nombreux sont aussi les auteurs qui, par des études plus restreintes, n'ayant pour but que l'étude de quelques espèces, de certains organes des plantes, ont contribué dans une mesure très large à enrichir nos connaissances sur la morphologie des Dipsacées. Nous ne citerons que les plus importants.

Wydler [70] publie de 1851 à 1866 une série de contributions à l'étude morphologique des Dipsacées dans «Flora».

En 1857, J. B. Payer [50] publie son important traité d'organogénie, dans lequel il nous renseigne, avec beaucoup de clarté et de minutie, sur les études organogéniques faites sur les fleurs des *Dipsacus* et des *Scabieuses*.

Plus tard, en 1872, Buchenau [12] étudie le développement de l'involucelle et du calice chez les Dipsacées.

Eichler [20], dans son travail classique sur les diagrammes floraux, décrit d'une façon détaillée et complète l'organisation florale des Dipsacées.

En 1884, O. Penzig [51] publie ses études sur une «virescenza» observée dans les fleurs de *Scabiosa maritima*, et fait précéder ce travail d'une énumération des cas tératologiques connus jusqu'à ce moment dans la famille des Dipsacées.

Guéguen [24], en 1901, fait l'étude du tissu conducteur du style et du stigmate des Dipsacées.

M. Lavialle, décrit le polymorphisme des fleurs et des capitules chez Knautia arvensis [37].

DIVISION DE LA FAMILLE d'après Höck.

I. Fleurs avec double involucelle. ..... 1. *Triplostegia.* Wall.
II. Fleurs avec simple involucelle.
A) Fleurs en épis à la façon des Labiées ..... 2. *Morina.* L.
B) Fleurs en capitules.
1° Bractées de l'involucre en rangées nombreuses, très rapprochées, imbriquées, le plus souvent plus petites que les bractées des fleurs, généralement rigides 3. *Cephalaria.* Schrad.
2° Bractées de l'involucre, le plus souvent en une ou deux rangées, rarement rigides; dans ce cas en une rangée et plus grandes que les bractées des fleurs.
a) Bractées des fleurs (le plus souvent aussi les bractées de l'involucre) rigides, fortement pointues ..... 4. *Dipsacus.* L.
b) Bractées des fleurs herbacées ou remplacées par des poils.
α) Bractées de l'involucre non concrescentes.
*) Bractées des fleurs presqu'aussi grandes que les fleurs. ..... 5. *Succisa.* Coult.
**) Bractées des fleurs plus petites que les fleurs ou manquant.
°) Involucelle sans sillons notables, côtes peu proéminentes. Bord représenté au maximum par des dents. ..... 6. *Knautia.* Coult.
°°) Involucelle présentant nettement huit sillons ou huit côtes. Bord de l'involucelle aplati en assiette.
+) Calice à dix dents ou plus souvent caduc.
—) Involucelle présentant huit sillons suivant toute la longueur ..... 7. *Pterocephalus.* Vaill.
=) Involucelle ne présentant huit sillons que dans la région supérieure. ..... 8. *Callistemma.* M. et K.
++) Calice à cinq dents, persistant. ..... 9. *Scabiosa.* L.
β) Bractées de l'Involucre concrescentes. ..... 10. *Pycnocomon.* Hffg. et Lk.

AFFINITES POUR LES VALERIANACEES.

La famille des Dipsacées se rattache directement aux Valérianacées, surtout par le genre *Triplostegia* qui a même été placé, par DE CANDOLLE, parmi les Valérianacées. Le rapprochement de ces deux familles a été fait par de nombreux auteurs, et a même amené A. L. DE JUSSIEU et ADANSON à réunir ces deux familles en une seule.. Comme les Valérianacées, les Dipsacées ont les feuilles opposées; la corolle périgyne tubuleuse, staminifère; la préfloraison imbriquée; l'ovule unique, pendant, anatrope et un style simple. Néanmoins, d'après BAILLON [3], HÖCK [28], VAN TIEGHEM [67] et GUIGNARD [25], les Dipsacées se distinguent très nettement des Valérianacées par l'existence d'un involucelle autour de la fleur et d'un albumen dans la graine.

AFFINITES POUR LES COMPOSEES.

Les Dipsacées se rapprochent des Composées par leur inflorescence; leur corolle périgyne, staminifère; leur ovaire uniloculaire couronné par un calice denté. VAN TIEGHEM [66] a indiqué l'affinité qui existe entre certaines Dipsacées et les Liguliflores par suite de la présence et de la localisation de cellules sécrétrices dans le péricycle des tiges et des feuilles.

Mais les différences morphologiques et anatomiques entre ces deux familles sont très marquées. Au point de vue morphologique, les Dipsacées diffèrent des Composées par la préfloraison, la présence de l'involucelle, les étamines libres, la direction descendante de l'ovule et l'existence d'un albumen dans la graine. Histologiquement, les Dipsacées se distinguent, entre autres, des Composées, par le péricycle restant mou pendant toute la durée du développement, par les poils tecteurs simples, unicellulaires, portés par les feuilles.

CLASSIFICATION.

BAILLON [3], comme la plupart des botanistes anciens, place les Dipsacées au voisinage immédiat des Valérianacées.

BONNIER et LECLERC DU SABLON [9] les rangent entre les

Caprifoliacées et les Calycérées, et les éloignent des Valérianacées en raison de la présence d'albumen dans la graine.

Van Tieghem [67] rattache les Dipsacées aux Rubiacées.

Guignard [25] classe la famille des Dipsacées parmi les Gamopétales périgynes, isostémones, dans l'ordre des Astérales, entre les Valérianacées et les Composées.

Höck [28] dans Engler et Prantl, les situe également entre ces deux familles.

RESUME DES CARACTERES GENERAUX DES DIPSACEES.

La famille des Dipsacées renferme environ 140 espèces. — Ce sont des herbes bisannuelles ou vivaces, dont la tige est rarement ligneuse; à feuilles opposées, simples, penninerviées, sans stipules. — L'inflorescence est en général un capitule entouré de bractées formant un involucre. Le capitule est conique, hémisphérique ou cylindrique. — Les fleurs de *Triplostegia* sont disposées en cymes bipares groupées en ombelles; celles de *Morina*, en épi.

Les fleurs sont hermaphrodites, pentamères et zygomorphes. Chaque fleur est entourée d'un involucelle tubuleux, formé par des bractées latérales concrescentes. — Le calice, dont le tube est soudé à l'ovaire, est couronné par des dents fines dont le nombre varie dans les différents genres. Généralement il y a cinq dents (*Scabiosa, Pterocephalus*) ou quatre par suite de la soudure des deux dents antérieures (*Dipsacus, Knautia, Cephalaria*), ou même deux par avortement de la dent postérieure et par concrescence des autres en deux paires. — La corolle gamopétale est bilabiée à cinq lobes (*Scabiosa, Pterocephalus, Morina*), ou quatre par suite de la soudure des deux lobes postérieurs (*Dipsacus, Succisa, Knautia, Cephalaria*). — L'androcée est formé typiquement de cinq étamines alternipétales, dont la postérieure avorte. Les quatre étamines persistantes sont libres, ou latéralement unies deux par deux par les filets (*Morina*). Chez *Morina*, les deux étamines inférieures sont plus petites, stériles ou manquent complètement. — Le pistil, soudé aux autres verticilles floraux dans toute sa hauteur, est infère et constitué par

deux carpelles fermés et concrescents, dont l'antérieur seul se développe en un ovaire uniloculaire contenant un ovule anatrope pendant. — Le style est unique, filiforme et terminé par le stigmate souvent lobé. —

Le fruit est un akène inclus dans l'involucelle persistant, qui adhère à l'ovaire, ou demeure entièrement libre (*Morina*). Ce fruit est couronné ou non par le calice persistant. — La graine, descendante, possède un tégument mince, un albumen charnu et un embryon axile. Les deux cotylédons sont oblongs.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE.

La plupart des Dipsacées (environ 90 %) font partie de la flore paléarctique. Peu d'espèces poussent sous les tropiques. On les rencontre cependant en Afrique, au sud de l'équateur. Dans la partie septentrionale de la flore paléarctique, de même que dans les régions élevées des hautes montagnes, elles manquent presque complètement. La plus grande partie (plus de 80 %) croissent dans la région méditerranéenne, surtout dans la partie orientale. *Morina* pousse aussi dans l'Himalaya où se trouve également *Triplostegia*. Les genres les plus répandus sont: *Scabiosa, Succisa* et *Knautia*. Tous les genres appartiennent à la flore de l'ancien monde. *Dipsacus sylvestris* [14], a été introduit et s'est naturalisé au Canada et aux Etats-Unis. — Kirschleger [32] cite comme commune en Alsace: *Dipsacus sylvestris, Dipsacus fullonum* (qui ont été cultivés en grand aux environs de Bischwiller, Hœrdt et Wasselonne), *D. laciniatus, D. pilosus, Scabiosa Columbaria, S. lucida, S. suaveolens, Succisa pratensis, Knautia arvensis, K. sylvatica* et *K. longifolia*.

DIPSACEES UTILES ET MEDICINALES.

Plantes cultivées. — Les Dipsacées comptent très peu d'espèces utiles. *Scabiosa atropurpurea L.*, remarquable par sa corolle noir-pourpre, est cultivée comme plante d'ornement. La Cardère à foulon (*Dipsacus fullonum*) a été cultivée pour ses capitules. Les écailles à l'aisselle desquelles naissent les fleurs, s'accroissent après la floraison et se sclérifient. Le

capitule forme alors une sorte de brosse, et produit d'excellentes cardes à l'industrie textile. Cette plante est cultivée comme plante médicinale en Hongrie [64].

Plantes utilisées en médecine. — Aucune Dipsacée n'est inscrite dans la Pharmacopée française, ni dans la Pharmacopée allemande. Néanmoins, quelques espèces (*Dipsacus sylvestris L.*, par exemple) ont été employées en médecine par les Chinois, les Grecs, et au moyen âge. (Voir page 11).

La racine amère de *Dipsacus fullonum* [31] a trouvé un emploi en médecine comme diaphorétique et diurétique. L'eau accumulée dans le réservoir formé par la soudure des feuilles, servait en ophtalmologie. Les fruits et les fleurs ont été recommandés dans le traitement de la rage.

Les décoctions des racines de *Dipsacus-sylvestris* additionnées de sucre candi servaient en médecine populaire comme expectorantes [41].

Dipsacus pilosus, D. laciniatus [3, p. 528] ont été préconisées comme diurétiques et sudorifiques.

La souche et la feuille de *Succisa pratensis* avaient la réputation de guérir certaines maladies internes et externes, et étaient utilisées en médecine humaine et vétérinaire [45].

Les feuilles et les fleurs de *Knautia arvensis* ont été ordonnées comme dépuratif, dans le traitement des maladies de la peau. [31 p. 634].

Aux différentes espèces de *Scabiosa,* on attribua également des propriétés thérapeutiques. — Baillon [3 p. 529] rapporte que *Scabiosa Columbaria* a été recommandée contre les maladies du poumon et contre la gale [1]), et que *Scabiosa centauroides* a passé pour antisyphilitique et antidartreux.

Plusieurs Dipsacées (*Succisa pratensis* etc...) sont citées comme servant à falsifier la Valériane. [64].

---

[1]) scabies = la gale.

Chapitre II.

HISTORIQUE.

I. PISTIL ET FRUIT.

Les travaux concernant l'étude anatomique du pistil et du fruit sont peu nombreux et de date relativement récente. La plupart des auteurs traitant des Dipsacées ne donnent qu'une description morphologique du fruit. Baillon [3 p. 520], Karsten [31 p. 630] et Höck [28 p. 186] signalent que le fruit est un akène inclus dans l'involucelle persistant. La graine est descendante et renferme, sous de très minces téguments, un albumen charnu et un embryon axile, dont les cotylédons ovales ou oblongs sont infères, à face extérieure bombée et à face interne plane. La radicule est supère.

Kirschleger [32 p. 366] écrit que les cotylédons sont farinoso-huileux.

Mr Molliard [47] en 1895, fait une étude du sort des cellules antipodes chez *Knautia arvensis* où il écrit: «Le sac embryonnaire de cette plante a, d'abord, un contour elliptique très régulier, pendant la division de la cellule-mère en huit cellules. Dans le fond viennent se placer côte à côte trois cellules antipodes. L'assise interne du nucelle qui borde le sac embryonnaire est formée de cellules très nettement différenciées (allongées normalement à la surface du sac embryonnaire et à très gros noyaux), sauf vers la partie inférieure du sac embryonnaire où les cellules sont disposées sans grande régularité et ne présentent pas de caractères particuliers.» De plus, il indique que la forme du sac embryonnaire

se modifie par suite de la production d'un étranglement vers la partie inférieure. En même temps, les cellules du nucelle bordant le sac embryonnaire dans sa région inférieure, prolifèrent à l'intérieur du sac embryonnaire, formant ainsi un tissu entourant les cellules antipodes. L'étranglement s'accentuant, produit une division du sac embryonnaire en deux parties: la supérieure occupée par l'albumen et l'embryon, l'inférieure par le massif, créé par la prolifération des cellules nucellaires entourant les trois antipodes. Mais bientôt l'assise digestive digère le nucelle, de même que le massif inférieur et les cellules antipodes.

Balicka Iwanowska, en 1899, [4] étudiant *Morina longgifolia* constate la parenté étroite des Dipsacées avec les Composées, sous le rapport des caractères généraux de l'embryosac; en ce sens que les cellules antipodes se trouvant à la base du sac embryonnaire des Dipsacées comme des Composées, se divisent et communiquent avec un cordon de cellules allongées qui pénètre dans le tégument de l'ovule, où il se perd. L'auteur indique que l'ovule de l'espèce étudiée possède un tégument assez épais, et que le sac embryonnaire est pourvu de tapètes renforcées par plusieurs couches de cellules à contenu abondant. De plus, elle signale: l'absence de toute formation haustoriale dans la région micropylaire; la fonction nourricière du tissu provenant de la division des antipodes conjointement avec le cordon des cellules allongées; l'aspect fusiforme du sac embryonnaire et la structure uniforme du tissu endospermique.

Les recherches histologiques de Mr. Lavialle [35] s'adressent au sac embryonnaire de *Knautia arvensis*. Cet auteur observe: 1° que le sac embryonnaire est profondément enfoui, et qu'un nombre très restreint d'assises cellulaires sépare la chalaze de l'épiderme; 2° que le nucelle est entièrement résorbé bien avant la fécondation; 3° que le sac embryonnaire est tapissé par l'épiderme interne du tégument à cellules bien différenciées (tapis); 4° qu'il se produit de bonne heure une division du tégument de l'ovule en deux zones.

Dans un travail ultérieur, ce même auteur [36] constate

le cloisonnement et la dilatation des cellules antipodaires, ainsi que l'hypertrophie des cellules périantipodaires, suivis de la chute de leurs contenus dans le sac embryonnaire.

II. ORGANES VEGETATIFS.

En 1872, Pfitzer [52] signale la présence d'un hypoderme sous l'épiderme de la feuille de *Dipsacus sylvestris*.

Un peu plus tard, en 1876, Reinke [53] indique l'existence de stomates aquifères et de poils tecteurs sur les feuilles de *Knautia ciliata* et de *Cephalaria procera*.

De Bary, en 1877 [6], écrit que l'épiderme et l'assise sous-épidermique contribuent à la formation des aiguillons chez les *Dipsacus*, et indique la répartition des faisceaux libéro-ligneux dans les feuilles.

La même année, Darwin [18] mentionne, le premier, les poils glanduleux insérés sur les feuilles de *Dipsacus sylvestris*,

L'année suivante, Cohn [15] publie aussi un travail sur ces poils. Il les décrit comme suit: les poils glanduleux se composent d'un pied bi-cellulaire et d'une tête piriforme formée, le plus souvent, par plusieurs cellules réparties en trois plans superposés. Cet auteur, comme Darwin, a observé que la glande des poils émet, au contact de l'eau, un ou plusieurs filaments exécutant des mouvements de vibration et d'ondulation.

Barthélémy [5], en 1879, indique aussi la présence de ces poils glanduleux chez les *Dipsacus*.

En 1883, Constantin [16] compare les tiges aériennes et les tiges souterraines des Dicotylédones. Il cite, à propos des Dipsacées: *Scabiosa Columbaria* pour laquelle il donne une description anatomique de la tige aérienne et souterraine. En ce qui concerne le rhizome, il termine en disant: «Cette plante montre donc dans sa partie souterraine: 1° un dépôt de subérine dans un certain nombre de cellules de l'écorce; 2° une lignification irrégulière dans l'anneau ligneux; 3° une réduction très sensible de la moelle».

Le premier travail important, ayant pour but l'étude histologique de l'appareil végétatif des Dipsacées, est celui

de Grignon [23]. En ce qui concerne la structure des Racines âgées des Dipsacées, il constate deux faciès tout différents.

Dans un premier cas (*Dipsacus sylvestris, Cephalaria tatarica, Knautia arvensis*), les racines perdent, quoique tardivement, leur parenchyme cortical primaire. Dans ces racines, il note la présence d'un large suber et d'un parenchyme cortical secondaire très développé, sauf chez *Knautia arvensis*, où il est peu abondant. Les cellules de ce parenchyme renferment des mâcles d'oxalate de calcium. Dans un deuxième cas (*Scabiosa succisa*), le parenchyme cortical persiste, l'épiderme est peu subérifié et les cellules circulaires du parenchyme cortical renferment, outre les mâcles d'oxalate de calcium, de l'amidon. L'endoderme et le péricycle sont bien différenciés.

Chez *Dipsacus sylvestris, Cephalaria tatarica,* la zone libérienne est fortement développée, et le liber est divisé par des rayons médullaires riches en oxalate de calcium. Le liber, chez *Scabiosa succisa,* est peu étendu. Le cambium est bien net chez *Cephalaria tatarica,* moins net chez *Scabiosa succisa,* et entoure complètement le bois. Le bois secondaire est fibreux. Le bois primaire central est peu visible. Dans la racine de *Scabiosa succisa,* le bois est peu développé et entoure une moelle centrale amylifère.

Dans les **Rhizomes,** il indique la structure suivante: épiderme légèrement subérifié; parenchyme cortical avec cellules gorgées d'amidon, notamment chez *Scabiosa succisa,* renfermant, de plus, des cristaux d'oxalate de Calcium chez *Knautia arvensis;* endoderme, liber, bois secondaire, bois primaire, moelle, contenant de l'oxalate de Calcium.

A propos de la structure des **Tiges,** il cite: un épiderme, une assise collenchymateuse sous-jacente et des amas de collenchyme, occupant les angles des tiges; un parenchyme cortical avec mâcles d'oxalate de Calcium; un endoderme bien différencié; un péricycle dans lequel sont localisés (pour *Dipsacus sylvestris*) des cellules remplies d'un contenu jaunâtre, granuleux, noircissant fortement sous l'influence du perchlorure de fer; un pachyte continu; une moelle fistuleuse

contenant des mâcles d'oxalate de Calcium. Dans la moelle de la tige de *Dipsacus sylvestris* ayant séjourné plusieurs mois dans l'alcool, l'auteur a relevé la présence de sphérocristaux d'inuline.

La coupe transversale du **Pétiole** se présente sous une forme triangulaire et offre, au milieu du parenchyme, trois faisceaux libéro-ligneux pour *Scabiosa succisa* et *Knautia arvensis;* généralement cinq faisceaux chez *Dipsacus,* disposés souvent en arc. Le tissu conjonctif est riche en mâcles d'oxalate de Calcium. Dans la feuille de *Dipsacus sylvestris* il a trouvé, sous l'endoderme, des cellules à contenu granuleux jaunâtre, riches en tanin.

Pour les **Feuilles,** l'auteur observe: de longs poils unicellulaires, s'amincissant de la base au sommet, à parois épaisses, et terminés en pointe fort aiguë. Ces poils sont supportés par une saillie multicellulaire de l'épiderme. L'auteur trouve également des poils sécréteurs assez courts à pied unicellulaire et à glande cylindroïde pluricellulaire. Le mésophylle est hétérogène asymétrique. Le parenchyme lacuneux renferme de l'oxalate de Calcium en oursins.

En 1885, Van Tieghem [66, p. 21] signale également l'existence de longues cellules sécrétrices à la fois laiteuses et résinifères dans le péricycle de la tige et des feuilles des Dipsacus, où chaque faisceau libéro-ligneux est enveloppé par un endoderme et un péricycle. «Les cellules, dit-il, sont ordinairement isolées; quelquefois rapprochées par deux ou trois, aussi larges que les cellules ordinaires du péricycle, mais beaucoup plus longues et terminées en fuseau aux deux bouts. Leur contenu opaque et laiteux tient en suspension des globules résineux et renferme fréquemment du tanin.» — D'après cet auteur, aucune région, outre le péricycle, et aucun organe, outre la tige et la feuille, ne contient d'éléments sécréteurs.

Vesque [68], dans la même année, étudiant les caractères anatomiques de la feuille des principales familles gamopétales, mentionne les Dipsacées. — Il décrit deux sortes de poils tecteurs: les uns lisses, très robustes, sont insérés sur de petites émergences épidermiques; les autres, ornés de perles,

sont plus petits et implantés au niveau général de l'épiderme. Il observe chez *Knautia* des poils sécréteurs, semblables à ceux des Caprifoliacées et Valérianacées: à tête pauci ou multicellulaire et à pied bi ou tricellulaire. La glande des poils sécréteurs de *Knautia* renferme, d'après cet auteur, une matière rouge brun. L'auteur constate que les stomates sont entourés généralement de trois cellules, dont l'une est plus petite que les deux autres. Il observe l'absence de cristaux d'oxalate de calcium dans les feuilles et les autres organes végétatifs, mais signale la présence de cristaux nombreux dans les tissus de l'involucelle de *Cephalaria* et *Knautia*. Il constate encore que le mésophylle est bifacial dans *Scabiosa columbaria, Scabiosa graminifolia* et *Scabiosa ucranica;* hétérogène symétrique dans *Scabiosa caucasica*. Les stomates figurent sur les deux épidermes. — Le pétiole et la nervure médiane renferment un nombre impair de faisceaux distincts, disposés suivant un angle ouvert. Parfois, dans les grandes feuilles (*Dipsacus azureus*), de petits faisceaux sont intercalés aux grands. — Le parenchyme des nervures et du pétiole est abondant, et présente souvent une grande lacune au centre.

Douliot [19], dans son travail sur le périderme des Dicotylédones, signale que le périderme chez les Dipsacées est d'origine sous-épidermique ou profonde. Il pense que, pour le deuxième cas, il est probablement d'origine péricyclique.

En 1895, Russel [55] étudie l'influence du climat méditerranéen sur la structure de *Scabiosa Columbaria*, et constate que la plante «possède, dans le midi, un tissu en palissade dans sa tige aérienne; l'endoderme est fortement lignifié ainsi que le péricycle: lequel reste cellulosique dans la plante croissant aux environs de Paris». — Quant aux feuilles, il marque les modifications suivantes: «Les feuilles ont leurs bords légèrement repliés vers le dos de la feuille; elles sont plus étroites que chez la plante parisienne, et toutes les cellules de leur mésophylle sont étirées perpendiculairement à la surface du limbe. Le nombre des stomates, à égalité de

surface, est double à la face supérieure des feuilles chez les échantillons méditerranéens. — Le grand développement du collenchyme des nervures est aussi à signaler». —

Grevillius [22] donne une description de l'anatomie de la feuille de *Scabiosa columbaria.*

Herbst [26] étudie la structure des rayons médullaires de la tige de *Dipsacus ferox* (Woisl.) et de *Scabiosa suaveolens.*

En 1899, Solereder publie un résumé des caractères histologiques des Dipsacées en se basant sur les travaux antérieurs.

En 1904, Rostock [54] vérifie et confirme les travaux de Darwin et Cohn au sujet de l'émission de filaments par les poils glanduleux de *Dipsacus sylvestris* au contact de l'eau. Après avoir étudié ce phénomène dans tous ses détails, il indique le nombre de ces poils à la surface des feuilles. Puis, après de multiples recherches faites pour déterminer leur rôle, il conclut qu'ils ne peuvent nullement être comparés aux poils de *Drosera* qui remplissent une mission très spéciale. Finalement, il examine le rôle de l'eau accumulée dans les réservoirs naturels formés chacun par deux feuilles connées, et termine en disant que cette eau ne sert nullement à favoriser la végétation des plantes, mais peut être utile à la plante en ce sens qu'elle empêche les fourmis, les chenilles, les escargots de visiter et endommager les fleurs.

En 1905, Szabo [61] publie une monographie du genre Knautia et indique que le suber du rhizome de *Knautia longifolia* est d'origine péricyclique.

III. CONTENU CELLULAIRE.

La famille des Dipsacées a été très peu étudiée au point de vue chimique. — Par Grignon [23 p. 41], nous savons que l'inuline existe dans les rhizomes de *Dipsacus sylvestris.* Des cellules sécrétrices contenant du tanin dans les tiges et les feuilles des Dipsacus ont été signalées par ce même auteur et par Van Tieghem [66 p. 21].

Wehmer [69] donne un résumé de toutes les analyses chimiques faites au sujet des Dipsacées. Il s'agit de la déter-

mination du poids des cendres et des dosages quantitatifs de leurs éléments constitutifs (Ca, K, P, etc.). Il indique les chiffres trouvés pour les tiges aériennes de *Dipsacus silvester. Mill., Succisa pratensis, Knautia arvensis,* et ceux obtenus pour les capitules de *Dipsacus fullonum.*

Tammes [62] a constaté la présence d'un chromogène (Dipsacan) qui existe chez toutes les Dipsacées que l'auteur a examinées, sauf chez *Morina.* Cette substance chromogène donnerait, sous l'influence d'une diastase (Dipsacase), une matière colorante bleue, appelée Dipsacotin[1]). Dipsacan donne avec les alcalis une coloration jaune-rouge. Au point de vue chimique la substance est inconnue.

Bourquelot et Bridel [73] retirèrent des parties souterraines de *Scabiosa succisa.* L. du saccharose, et un glucoside: le scabioside, obtenu à l'état amorphe.

En 1925, Wattiez [71] constate que «les feuilles de *Scabiosa succisa.* L. renferment, outre du saccharose, deux glucosides: le premier, obtenu à l'état cristallisé et identifiée avec le methyl-glucoside β, le second: le scabioside, obtenu à l'état amorphe».

L'année suivante, ce même auteur [72] observe que le scabioside, se trouve aussi dans la racine et dans les feuilles de *Dipsacus arvensis* L. Dans les parties chlorophylliennes de cette plante, Wattiez a pu montrer également la présence du methylglucoside β.

1) Dans certains fruits nous avons rencontré des cotylédons colorés en bleu.

DEUXIÈME PARTIE.

Étude du développement de l'ovaire en fruit chez Knautia arvensis. Coult.

STRUCTURE DE L'OVAIRE AVANT L'EPANOUISSEMENT DES FLEURS.

Des coupes longitudinales faites dans le réceptacle floral très jeune (Fig. 1) montrent que les fleurs sont sessiles sur le réceptacle. L'ovaire est infère. L'ovule unique est anatrope, pendant. Le sac embryonnaire est profondément enfoui dans le nucelle et le canal micropylaire est très long. Les quatre étamines, dont deux seulement sont visibles, en coupe longitudinale, sont libres à la partie supérieure et soudées à la base avec les pièces des autres verticilles floraux. Les pétales sont bien développés, tandis que les sépales sont encore bien petits, ce qui confirme bien les observations faites antérieurement par Payer [50 p. 630] et Buchenau [12 p. 359], à savoir que la corolle naît avant le calice. Autour et à la base des fleurs apparaissent plusieurs mamelons qui, d'abord petits et libres, (Fig. 1) se développent ensuite très rapidement, se soudent, et, dans un âge plus avancé, entourent complètement l'ovaire et forment l'involucelle. (Fig. 2).

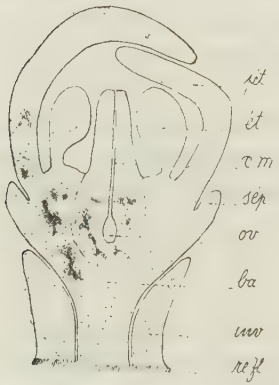

Fig. 1. — *Knautia arvensis.* — pét, pétale; ét, étamine; c. m, canal micropylaire; sép, sépale; ov, cavité ovarienne; ba, base de l'ovaire; inv, involucelle; re. fl, réceptacle floral. — Coupe longitudinale. — Gross. 57.

DEVELOPPEMENT. — Nous avons étudié le développement de l'ovaire et de l'involucelle jusqu'à la maturité au moyen de coupes longitudinales et transversales. Nous indiquerons séparément pour l'involucelle, la paroi ovarienne et l'ovule, les modifications que subissent ces divers organes.

INVOLUCELLE. — Au moment où la fleur est prête à s'ouvrir, l'involucelle qui enveloppe intimement l'ovaire, présente la structure suivante: (Fig. 3 et 4: coupes pratiquées dans le tiers moyen de l'ovaire). — A l'extérieur il est limité par un épiderme à cellules assez grandes, dont beaucoup sont allongées radialement pour former de très longs poils tecteurs unicellulaires, pointus aux extrémités et à membranes cellulosiques. Sur cet épiderme sont également insérés de très nombreux poils sécréteurs à pied bicellulaire et à tête habituellement formée par quatre cellules sécrétrices disposées sur deux plans superposés et renfermant une matière jaunâtre se colorant en rouge par l'orcanette acétique.

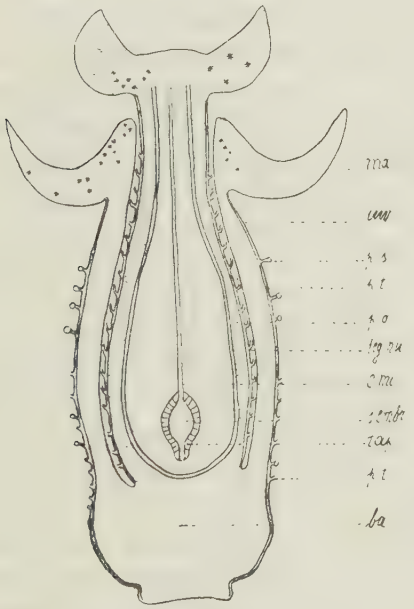

Fig. 2. — *Knautia arvensis.* — ma, mâcle d'oxalate de calcium; inv. involucelle; p.s, poil sécréteur; p. t, poil tecteur; p. o, paroi ovarienne; tég. nu, tégument nucellaire; c. mi, canal micropylaire; s. embr, sac embryonnaire; tap, tapis; ba, base de l'ovaire. — Coupe long. — Gross 31.

Les cellules des assises sous-épidermiques sont polyédriques et pourvues de parois cellulosiques. A l'intérieur, l'involucelle est limité par une assise de cellules à section rectangulaire. — On y rencontre deux faisceaux libéro-ligneux diamétralement opposés (Fig. 3).

Apparition de l'oxalate de calcium. — Pendant la floraison, et surtout après la chute de la corolle, les cellules de l'assise sous-épidermique de l'involucelle se remplissent peu à peu de petits octaèdres d'oxalate de calcium, qui augmentent de dimension en même temps que les cellules. (Fig. 5 et 6).

Croissance et différenciation de l'involucelle. — Après la fécondation on constate un agrandissement progressif des cellules de l'involucelle. Puis, peu de temps après, apparaissent deux zones très nettement distinctes: 1° L'une, externe,

constituée par cinq ou six assises de cellules polyédriques et à parois cellulosiques; 2° l'autre, interne, formée de trois à quatre assises cellulaires à éléments plus grands et arrondis.

Après cette division en deux zones, l'involucelle s'accroît très rapidement et atteint très vite, bien avant la maturité du fruit, sa grandeur définitive.

Sclérification de la zone externe de l'involucelle. — La croissance terminée, on observe que les cellules de la zone externe de l'involucelle, qui ont subi un allongement radial sensible, sclérifient leurs parois. (Fig. 5). Cette sclérification envahit aussi les deux faisceaux libéro - ligneux, mais ne porte pas sur les cellules épidermiques ni sur les cellules sous-épidermiques, dont les parois restent cellulosiques. La sclérification, d'abord faible, devient de plus en plus forte, si bien qu'à la maturité les cellules de la partie externe de l'involucelle présentent des parois très épaissies et lignifiées, à lumen ordinairement petit et lenticulaire. (Fig. 6).

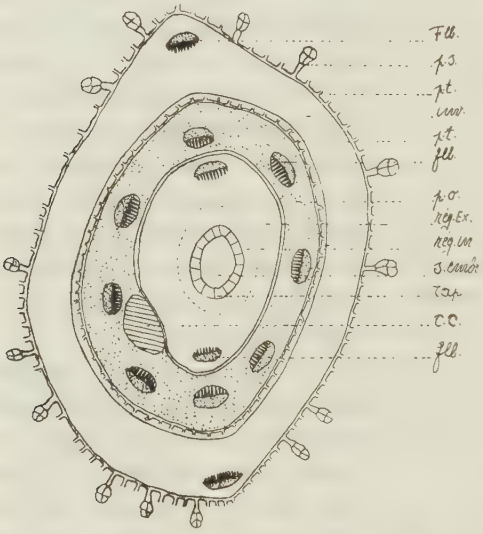

Fig. 3. — *Knautia arvensis*. — Flb, faiceau; p.s, poil sécréteur; p.t, poil tecteur; inv, involucelle; p. o, paroi ovarienne; rég. ex, région externe du tégument nucellaire; rég. in, région interne du tégument nucellaire; s. embr, sac embryonnaire; tap, tapis; c.c, cordon conducteur. — Gross. 88.

Pendant la sclérification de cette zone les poils sécréteurs et tecteurs deviennent de plus en plus rares sur l'épiderme; de plus, les quelques poils tecteurs qui persistent à la maturité, montrent des parois lignifiées.

Résorption partielle de la zone interne de l'involucelle. — Pendant la période précédant la maturité, les cellules arrondies et cellulosiques de la zone interne (Fig. 5) sont partielle-

ment résorbées. Celles qui persistent sont assez fortement comprimées. (Fig. 6).

PISTIL. — Paroi ovarienne. — La paroi ovarienne est intimement appliquée contre l'involucelle, mais non adhérente (Fig. 3 et 4). Avant la fécondation elle présente les caractères histologiques suivants: (Fig. 4).

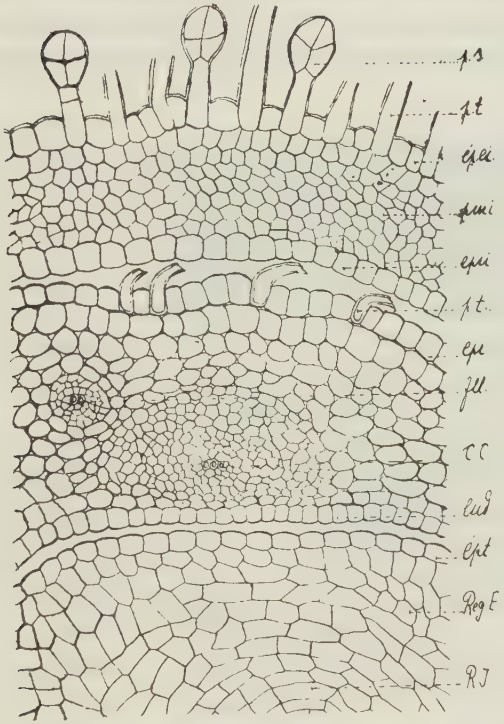

Fig. 4. — *Knautia arvensis*. — p. s, poil sécréteur; p.t, poil tecteur; épei, épiderme externe de l'involucelle; épii, épiderme interne de l'involucelle; épi, épiderme externe de la paroi ovarienne; flb. faisceau; c. c, cordon conducteur; end, épiderme interne de la paroi ovarienne; ept, épiderme externe du tégument nucellaire; Rég. E, région externe du tégument nucellaire; Rég. I, région interne du tégument nucellaire. — Gross. 250.

L'épiderme porte un grand nombre de poils tecteurs longs, unicellulaires, pointus, à membranes épaissies et lignifiées.

Le mésophylle carpellaire est constitué par six à huit assises de cellules arrondies, à parois minces et cellulosiques. Dans ce parenchyme sont plongés huit faisceaux libéro-ligneux, et, au contact de l'épiderme interne du carpelle, un cordon conducteur de forme ovale, en section transversale, faisant saillie vers l'ovule et formé de petits éléments polyédriques et cellulosiques. (Fig. 3 et 4).

Après la fécondation, on assiste à une résorption du mésophylle carpellaire (Fig. 5) qui s'accentue de plus en plus et devient totale, de sorte que, de toute la paroi ovarienne ne persistent que les épidermes interne et externe (endocarpe et épicarpe), qui sont séparés par les faisceaux libéro-ligneux

et le cordon conducteur persistants. Plus tard, pendant la maturation, l'épicarpe et l'endocarpe subissent en général une désorganisation, si bien qu'à la maturité le péricarpe n'est souvent représenté que par deux minces couches membraniformes entourant les huit faisceaux qui, pendant tout le développement, gardent leur structure initiale. Le cordon conducteur également persistant sclérifie faiblement les cel-

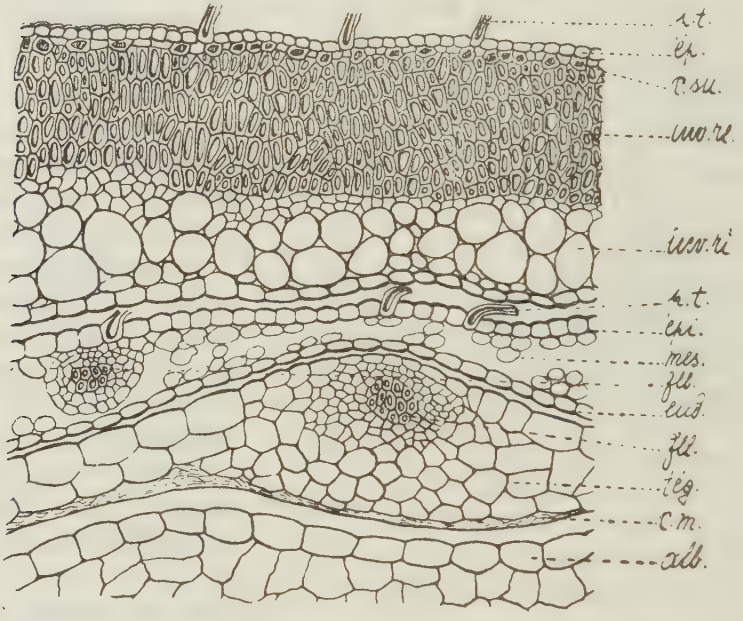

Fig. 5— *Knautia arvensis*. — p. t, poil tecteur; ép, épiderme de l'involucelle; c, su, assise sous-épidermique; inv. re, zone externe de l'involucelle; inv. ri, zone interne de l'involucelle; épi, épicarpe; mes, mesocarpe; flb, faisceau; end, endocarpe; tég, tégument séminal; c. m, couche membraniforme; alb, albumen. — Gross. 172.

lules de sa région centrale. Au voisinage immédiat du cordon conducteur ainsi que des faisceaux, il n'est pas rare de trouver, à la maturité, quelques rares mâcles d'oxalate de calcium, logées entre l'épicarpe et l'endocarpe. Malgré l'absence fréquente de toute organisation dans le péricarpe, nous rencontrons encore, à la maturité, de nombreux poils tecteurs sur l'épicarpe. Ces poils sont apprimés et dirigés de la base vers le sommet du fruit. (Fig. 8).

Ovule. — Le nucelle est résorbé bien avant la fécondation; de sorte que l'ovule est réduit à l'unique tégument qui entoure le sac embryonnaire. Ce tégument ovulaire se divise, de très bonne heure en deux zones (Fig. 3 et 4): a) l'une, externe, très développée, formée de cellules polyédriques disposées sans ordre; b) l'autre, interne, à éléments répartis régulièrement en cercles concentriques autour du sac em-

Fig. 6. — *Knautia arvensis*. — ép, épiderme de l'involucelle; c. su, assise sous-épidermique; inv. re, zone externe de l'involucelle; inv. ri, zone interne de l'involucelle; P. t, poil tecteur; Epi, épicarpe; c. c, cordon conducteur; end, endocarpe; tég, tégument séminal; c. m, couche membraniforme; alb, albumen; fil. faisceau. — Gross. 260.

bryonnaire. Le nombre des assises cellulaires du tégument est, au total, de dix à douze. L'assise interne du tégument ovulaire est très différenciée et caractérisée par l'allongement radial de ses cellules (tapis). L'ovule est vascularisé par un seul faisceau qui parcourt le raphé, dépasse la région sous-chalazienne, et poursuit sa course du côté opposé et dans le même plan, pour s'éteindre à une certaine distance du

micropyle; de sorte qu'en coupe transversale, le faisceau unique est coupé en deux points diamétralement opposés. (Fig. 3 et 7).

Après la fécondation, le tégument ovulaire est résorbé. Il n'en reste guère que les grandes cellules à parois minces de l'épiderme, une couche membraniforme, d'épaisseur variable, et les deux faisceaux: l'ensemble formant le tégument séminal (Fig. 6).

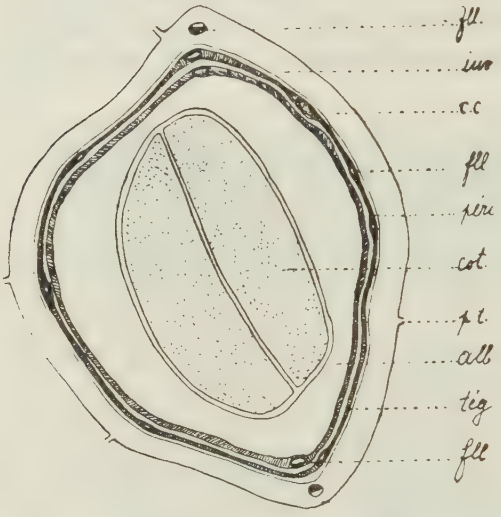

Fig. 7. — *Knautia arvensis*. — flb, faisceau; inv, involucelle; c. c, cordon conducteur; péri, péricarpe; cot, cotylédons; p. t, poil tecteur; alb, albumen; tég, tégument séminal. — Gross. 28.

Sac embryonnaire. — Le développement et la structure détaillée du sac embryonnaire, ainsi que les modifications qui s'y opèrent jusqu'au moment de la fécondation ont déjà été décrits [47], [35], [36].

Albumen. — Après la fécondation, la résorption progressive du tégument ovulaire est accompagnée de l'apparition des premiers noyaux d'albumen. Ces noyaux se placent

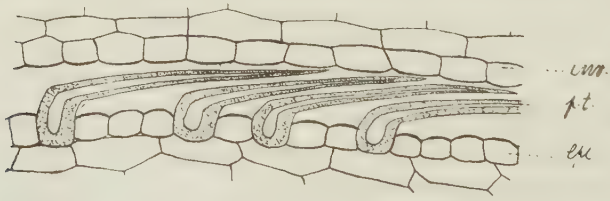

Fig. 8. *Knautia arvensis*. inv, involucelle; p. t, poil tecteur; epi, épicarpe. — Gross. 250

d'abord à la périphérie du sac embryonnaire, puis s'entourent d'une membrane cellulosique pour constituer autant de cellules. L'albumen, en résorbant le tégument ovulaire, prend une extension considérable. A la maturité, il offre en coupe

transversale une forme ovale (Fig. 7). Il est constitué par des cellules polyédriques, assez grandes, complètement remplies de matières nutritives de réserve. Les recherches entreprises en vue de déterminer la nature chimique de ces matières (Page 92) nous ont permis de montrer l'existence de grains d'aleurone, et d'huile en abondance. Vers l'intérieur l'albumen est limité par une couche membraniforme, provenant de sa résorption partielle par l'embryon.

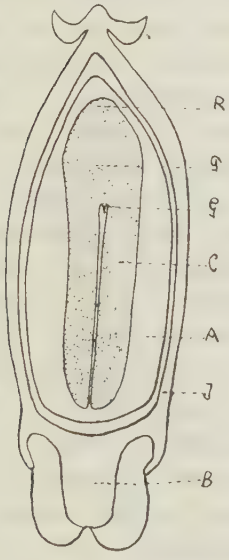

Fig. 9. — *Knautia arvensis*. — R, radicule; T, tigelle; G, gemmule; C, cotylédons; A, albumen; I, involucelle; B, base de l'ovaire. Gross. 15.

Embryon. — Une coupe longitudinale du fruit mûr nous renseigne sur l'emplacement et la conformation des différentes parties constitutives de l'embryon: radicule, tigelle, gemmule et cotylédons. (Fig. 9). Les cotylédons sont très développés et présentent chacun une section transversale plan-convexe. (Fig. 7). Les cellules cotylédonnaires contiennent les mêmes matières nutritives que l'albumen.

PISTILS BI-OVULES ET SOUDURE DES DEUX OVULES.

Certaines cavités ovariennes de *Knautia arvensis* renferment deux ovules, également ou inégalement développés. Mais cette anomalie n'entraîne aucune modification des caractères histologiques de la paroi ovarienne, car on y trouve un nombre de faisceaux égal à celui que présentent les ovaires normaux uniovulés, ainsi que les mêmes accidents de structure. On note seulement un accroissement du volume de la cavité ovarienne et, par suite, du gynécée tout entier. Un fait analogue a été signalé par M. Lavialle [38] pour quelques Composées: *Serratula tinctoria L. Cirsium palustre Scop.* et *Scolymus hispanicus L.*

Pour ces trois composées les deux ovules se sont montrés toujours bien indépendants l'un de l'autre. Chez *Knautia arvensis*, deux cas se présentent: a) les deux ovules sont indépendants l'un de l'autre (Fig. 10); b) les ovules sont plus ou moins complètement soudés (Fig. 11, 12).

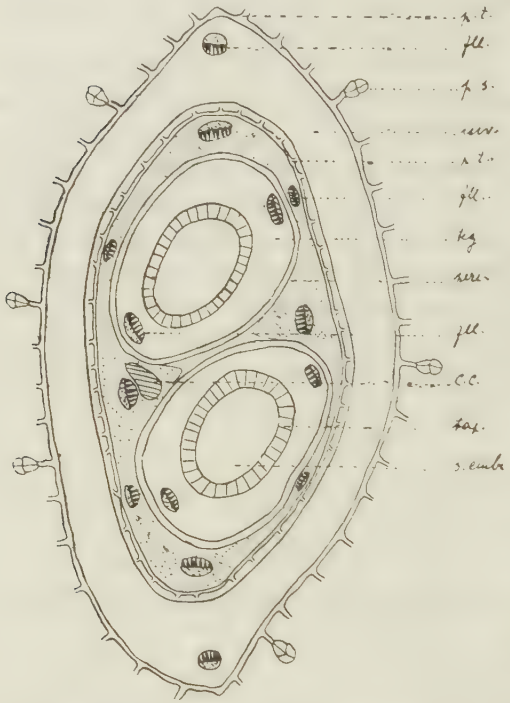

Fig. 10. — *Knautia arvensis*. — p. t, poil tecteur; fll. faisceau; p. s, poil sécréteur; inv, involucelle; tég, tégument séminal; péri, péricarpe; c. c, cordon conducteur; tap, tapis; s. embr, sac embryonnaire. — Gross. 45.

a) Dans les pistils biovulés, les cas les plus fréquents montrent deux ovules ou graines absolument indépendants. Les deux ovules sont d'un développement à peu près égal, et ont une structure identique à celle des ovules des pistils normaux. (Fig. 10).

b) Dans les pistils biovulés, où il y a soudure plus ou moins complète des deux ovules, on constate deux modes de soudure:

1° les deux organes s'accolent l'un à l'autre, suivant deux faces aplaties, sans contracter une soudure réelle. Les épidermes respectifs sont distincts, même à la surface de contact. Deux des quatre traces fasciculaires appartenant aux sections transversales des deux téguments ovulaires ou séminaux, sont rapprochées en un point et ne sont séparées l'un de l'autre que par les deux épidermes. Les deux autres traces fasciculaires placées du côté opposé sont, au contraire, très éloignées l'une de l'autre (Fig. 11).

2° On rencontre aussi, dans quelques cavités ovariennes, deux ovules ou graines soudés par leurs téguments. Cette union est accompagnée de la résorption des deux épidermes, et même d'une partie des deux parenchymes sous-jacents qui entrent en contact et paraissent se souder intimement. Cette soudure est précoce, car les deux faisceaux, rapprochés comme dans le cas précédent, se fusionnent pour donner un faisceau unique, tandis que du côté opposé les deux faisceaux

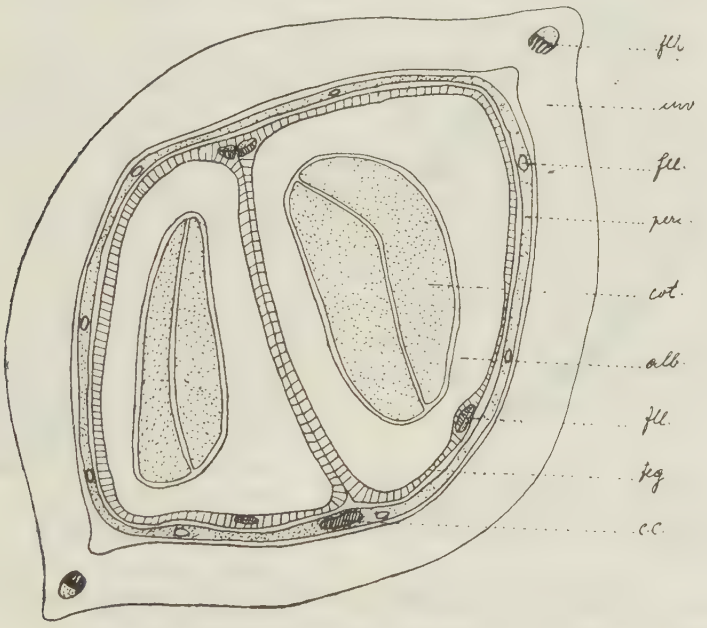

Fig. 11. — *Knautia arvensis.* — fll, faisceau; inv, involucelle; péri, péricarpe; cot, cotylédon; alb, albumen; tég, tégument séminal; c. c, cordon conducteur. — Gross. 30.

des deux téguments séminaux ou ovulaires restent indépendants et éloignés.

Pour les stades précédant la fécondation, l'apparence de la coupe transversale serait inexplicable si on ne faisait appel à d'autres échantillons. On y voit dans quelques cas, en effet, un tégument présentant trois traces vasculaires et contenant deux sacs embryonnaires.

Après la fécondation, on assiste parfois à la résorption

complète des parenchymes tégumentaires au point de contact, et à la soudure plus ou moins nette des deux albumens en une masse renfermant deux embryons logés, chacun, dans une cavité. La figure 12 montre: la soudure complète des téguments des deux graines; la fusion de deux faisceaux en un seul; en un point, la résorption complète des deux téguments accompagnée de la soudure des deux albumens.

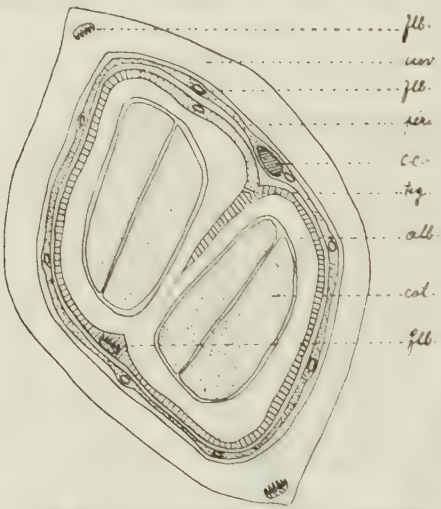

Fig. 12. — *Knautia arvensis*. — fll, faisceau; inv, involucelle; péri, péricarpe; c. c, cordon conducteur; tég, tégument séminal; alb, albumen; cot, cotylédons. — Gross. 18.

Knautia silvatica (L) Duby.

Pour cette espèce nous nous sommes contenté de faire l'étude histologique du fruit et de l'involucelle à la maturité. Ces deux organes possèdent une structure très semblable à celle décrite pour *Knautia arvensis*. Aussi, signalerons-nous seulement quelques différences d'importance secondaire qui permettent de distinguer ces deux espèces.

INVOLUCELLE. — Les poils tecteurs portés par l'épiderme de l'involucelle sont bien plus nombreux. On y rencontre aussi quelques rares poils sécréteurs.

La partie externe sclérifiée de l'involucelle est plus réduite. Elle n'est constituée que par trois à quatre assises cellulaires.

La partie interne cellulosique, au contraire, est plus développée et formée par quatre assises de cellules.

FRUIT. — **Péricarpe.** — Entre l'endocarpe et l'épicarpe membraniformes se trouvent des mâcles beaucoup plus nombreuses. Le cordon conducteur, à section elliptique, renferme une bande scléreuse centrale.

TROISIÈME PARTIE.

Etude comparée de la structure du fruit dans les divers genres et espèces.

A la suite de *Knautia arvensis* et de *Knautia silvatica*, nous avons étudié un certain nombre d'espèces appartenant aux différents genres de Dipsacées, ce qui nous a permis de noter certains caractères distinctifs tirés de la structure de l'involucelle et du fruit. Les caractères histologiques que présentent les espèces étudiées se rapportent à l'involucelle et au fruit à la maturité. Ils ont été observés à l'aide de coupes transversales, pratiquées, sauf indication spéciale, à mi-hauteur du fruit entouré de l'involucelle.

Pour apporter plus de clarté dans nos descriptions, nous avons choisi pour chaque genre une espèce type, dont nous faisons l'étude histologique complète, accompagnée d'un schéma et d'un dessin de détail. Pour les autres espèces du même genre nous ne donnons que les caractères anatomiques différentiels.

Genre MORINA.

Type choisi: *Morina longifolia*. L. (Wall).

INVOLUCELLE. — L'involucelle forme autour du fruit mûr une enveloppe membraneuse, *non adhérente*, ouverte en haut. En coupe transversale, l'involucelle possède une forme ovale. (Fig. 13).

L'épiderme externe se compose de cellules à membranes cellulosiques. Les parois externes de ces cellules épidermiques sont épaissies, tandis que les parois internes et radiales restent très minces. On y trouve des stomates et de nombreux poils tecteurs unicellulaires, longs, pointus et à membranes lignifiées.

A l'intérieur de l'épiderme, on observe un parenchyme lâche, constitué par quatre à cinq assises de cellules arrondies, irrégulières, à parois minces et cellulosiques. Au sein de ce tissu, on rencontre, en abondance, des mâcles d'oxalate de calcium. L'appareil conducteur est représenté par un grand nombre de faisceaux libéro-ligneux. Le liber n'a subi aucune modification. Le bois, au contraire, est sclérifié et noyé dans un massif fibreux.

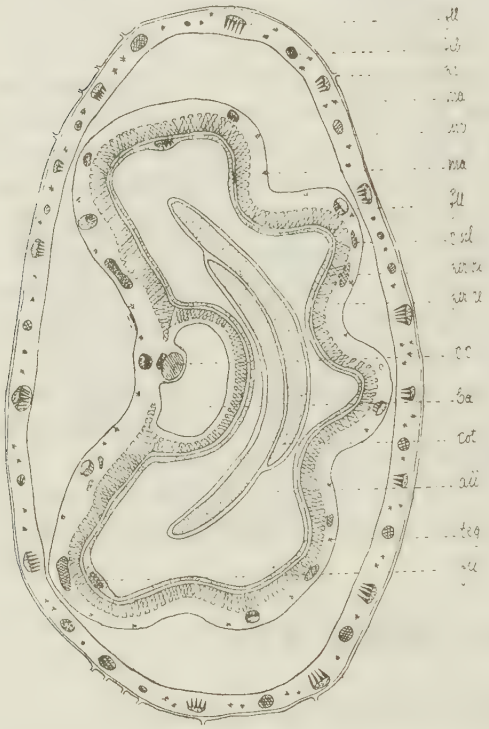

Fig. 13. — *Morina longifolia.* — fll, faisceau; fib, scleren clyme; p. t, poil tecteur; ma, mâcle d'oxalate de calcium; inv, involucelle; c. scl, cellules scléreuses; per, ri, région interne du péricarpe; per. re, région externe du péricarpe; c. c, cordon conducteur; la, lacune; cot, cotylédons; alb, albumen; tég, tégument séminal. — Gross. 20.

L'épiderme interne, de structure identique à l'épiderme externe, est dépourvu de poils et de stomates.

FRUIT. — La section transversale du fruit mûr présente une face concave et une face convexe fortement sinueuse (Fig. 13).

PERICARPE. — Le péricarpe est très développé, épais, et se distingue par cela du péricarpe de tous les autres genres. Il est divisé nettement en deux zones: la zone externe parenchymateuse et la zone interne scléreuse. (Fig. 13 et 14).

Zone externe. — La zone externe est recouverte d'un épiderme cellulosique à parois externes et internes convexes.

L'assise sous-épidermique est très riche en mâcles d'oxalate de calcium. (Fig. 14).

Au-dessous, on rencontre un tissu constitué par cinq à sept assises de cellules à membranes cellulosiques très minces, plus ou moins sinueuses. Ce tissu est parsemé d'amas scléreux de dimensions variables et contient les faisceaux libéro-ligneux et le cordon conducteur. Ce dernier a, en coupe transversale, l'apparence d'un massif ovoïde formé de petites

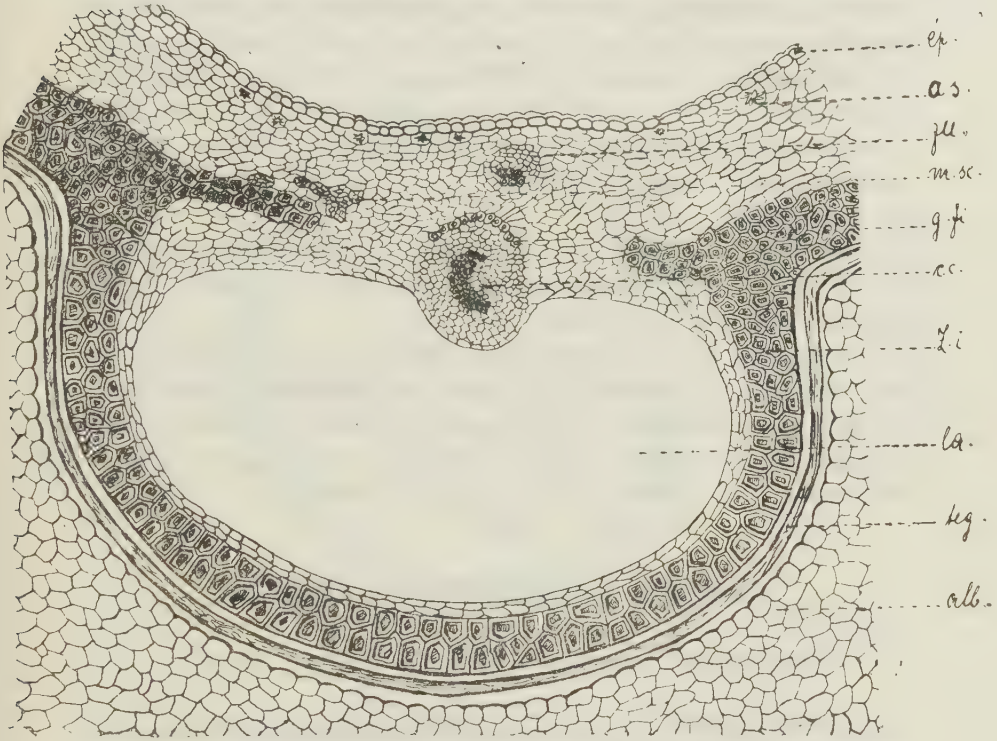

Fig. 14. — *Morina longifolia.* — ép, épiderme du péricarpe; a. s, assise sous-épidermique; fll, faisceau; m. sc, massif de cellules scléreuses; g. fi, gaine fibreuse; c.c, cordon conducteur; z. i, zone interne du péricarpe; la, lacune; tég, tégument séminal; alb, albumen. — Gross. 112.

cellules à membranes cellulosiques à la périphérie, sclérifiées au centre, et est coiffé, à l'extérieur, par une gaine scléreuse. (Fig. 14). Au niveau du cordon conducteur le péricarpe présente une grande lacune (Fig. 13 et 14).

Zone interne. — La zone interne possède une structure homogène. Elle est constituée par quatre à cinq assises de cel-

lules notablement épaissies et lignifiées, dont chacune contient un cristal prismatique d'oxalate de calcium. (Fig. 14).

GRAINE. La graine épouse la forme du péricarpe et offre ainsi un contour très irrégulier. (Fig. 13).

Tégument séminal. — Le tégument, après résorption et désorganisation, est réduit à une zone membraniforme très mince. L'appareil conducteur tégumentaire consiste en un seul faisceau qui, suivant la règle (voir Knautia arv. page 33), est rencontré, en coupe transversale, en deux points diamétralement opposés. Au niveau des sections des faisceaux tégumentaires, l'épiderme du tégument est parfois intact et représenté par une assise de cellules à parois externes développées en mamelons.

Amande. ALBUMEN. — Les grandes cellules polyédriques de l'albumen sont complètement remplies, à la maturité, de grains d'aleurone et d'huile.

EMBRYON. — Les cotylédons offrent en coupe transversale, la forme de croissants. Ils sont sensiblement égaux, mais ne sont pas entièrement appliqués l'un contre l'autre, et paraissent avoir glissé l'un sur l'autre (Fig. 13). Leurs cellules contiennent les mêmes substances que l'albumen.

Genre Cephalaria. Schrad.

Type choisi: *Cephalaria tatarica.* (GMEL.) SCHRAD.

INVOLUCELLE. — L'involucelle enveloppe intimement et complètement le fruit mûr. Il présente huit vallécules séparées par huit côtes: quatre larges et quatre étroites. (Fig. 15). Les caractères histologiques étant différents au niveau des côtes et des vallécules, nous donnerons séparément la description de ces deux régions.

Côtes. (Fig. 16). — L'épiderme est formé de petites cellules et porte de nombreux poils tecteurs unicellulaires, lisses, pointus et pourvus de parois lignifiées.

L'assise sous-épidermique renferme des octaèdres d'oxalate de calcium.

A l'intérieur de cette assise oxalifère, se trouve un anneau continu, formé de deux ou trois assises de fibres allongées suivant l'axe du fruit.

La partie interne de l'involucelle est constituée par une, deux, ou parfois trois assises de grandes cellules polyédriques, souvent allongées radialement, à parois minces, mais lignifiées.

Une couche membraniforme, résultant de la résorption

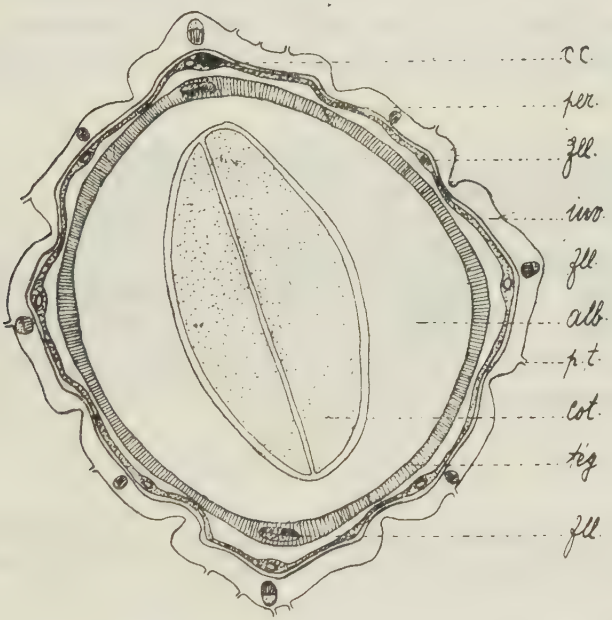

Fig. 15. — *Cephalaria tatarica.* — c. c, cordon conducteur; per, péricarpe; fll, faisceau; inv, involucelle; alb, albumen; p. t, poil tecteur; cot, cotylédons; tég, tégument séminal. — Gross. 20.

partielle et de la désorganisation des assises cellulaires les plus internes, limite l'involucelle à l'intérieur.

Au sommet de chaque côte, on observe un faisceau libéro-ligneux. Le liber, peu développé, est tantôt net, tantôt comprimé et difficilement reconnaissable.

Vallécules. (Fig. 16). — Les vallécules sont étroites. L'involucelle mince, est limité par un épiderme de structure identique à celui des côtes.

Sous l'épiderme, l'involucelle offre deux ou trois assises de cellules arrondies ou ovales, à contour irrégulier, à parois à peu près régulièrement épaissies et lignifiées.

L'épiderme interne, souvent représenté par une zone membraniforme est quelquefois intact et constitué, dans ce cas, par des cellules à section carrée et à membranes cellulosiques.

La structure de l'involucelle, au niveau des vallécules, diffère donc de celle des côtes par son homogénéité, par l'absence de fibres et de cristaux d'oxalate de calcium.

FRUIT. — La section transversale du fruit est irrégulièrement ovale. (Fig. 15).

Fig. 16. — *Cephalaria tatarica.* — **p. t., poil tecteur; c. su, assise sous-épidermique; ep, épiderme de l'involucelle; fi, fibres; val, vallécules; c. m, couche membraniforme; epi, épicarpe; end, endocarpe; tég, tégument séminal; alb, albumen.** Gross. 150.

PERICARPE. — Le péricarpe, intimement appliqué contre l'involucelle, n'est représenté que par l'épicarpe et l'endocarpe: le mésocarpe étant entièrement résorbé, sauf les faisceaux libéro-ligneux et le cordon conducteur, pendant la maturation (Fig. 16). L'épicarpe et l'endocarpe subissent eux-mêmes une désorganisation, et ces deux assises ne forment, souvent, qu'une couche membraniforme englobant les huit faisceaux, le cordon conducteur et de grosses mâcles d'oxalate de calcium. L'épicarpe et l'endocarpe conservent, cependant, leur structure au niveau des faisceaux et du cordon conducteur. Le cordon conducteur présente, en coupe transversale, un massif, dont les éléments périphériques sont polyé-

driques et cellulosiques, tandis que ceux du centre ont une forme arrondie et des membranes sclérifiées. (Fig. 16).

GRAINE. — **Tégument séminal.** — Le tégument séminal est réduit à l'épiderme constitué par de grandes cellules allongées tangentiellement, et à une couche membraniforme. L'unique faisceau qui parcourt le tégument forme, suivant la règle (voir Knautia arv. page 33), une boucle, et la coupe transversale de la graine rencontre ce faisceau en deux points diamétralement opposés. Au niveau et autour du faisceau, le tégument présente, outre l'épiderme, plusieurs assises de cellules de forme irrégulière (Fig. 15 et 16).

Amande. — Albumen. — (Fig. 15 et 16). L'albumen, bien développé, offre une forme ovale et est composé par dix à quatorze assises de cellules. Ces cellules sont polyédriques et renferment les matières de réserve déjà signalées pour l'albumen de *Knautia arvensis:* grains d'aleurone et gouttelettes d'huile.

Cotylédons. (Fig. 15). — Les deux cotylédons, plan-convexes, contiennent les mêmes substances de réserve que l'albumen.

Cephalaria alpina. (L.) Schrad.

INVOLUCELLE. — L'involucelle est moins développé que celui de l'espèce précédente. L'anneau fibreux est constitué par une ou deux assises de fibres. Le parenchyme lignifié ne comprend, en général, qu'une assise de cellules très fortement allongées dans le sens radial.

FRUIT. — PERICARPE. — L'épicarpe et l'endocarpe ont perdu leur structure et sont représentés par une zone membraniforme.

Tégument séminal. — Les cellules épidermiques sont désorganisées.

Cephalaria centauroides. Schrad.

INVOLUCELLE. — L'involucelle est épais. L'anneau fibreux est formé de trois à quatre assises de fibres; le paren-

chyme lignifié, de trois assises cellulaires. L'assise sous-épidermique contient, au niveau des vallécules, de gros cristaux octaédriques d'oxalate de calcium.

FRUIT. — PERICARPE. — Le péricarpe est représenté par une zone désorganisée et membraniforme.

Tégument séminal. — Le tégument est réduit à une zone membraniforme, au sein de laquelle on voit nettement les deux sections du faisceau unique, situées en deux points opposés.

Cephalaria leucantha (L.) Schrad.

INVOLUCELLE. — L'épiderme interne de l'involucelle est, en général, bien net et contient des mâcles d'oxalate de calcium. Les cellules sous-épidermiques de l'involucelle, au niveau des vallécules, sont oxalifères. L'oxalate de calcium s'y trouve en forme d'octaèdres.

Cephalaria transsylvanica (L.) Schrad.

Cette espèce ne présente rien de particulier. Elle est très semblable à l'espèce prise pour type: *Cephalaria tatarica*. La seule différence à signaler consiste dans le fait que les cellules sous-épidermiques des vallécules sont remplies de mâcles d'oxalate de calcium.

Genre Dipsacus. L.

Type choisi: *Dipsacus sylvestris*. L. (Mill.)

INVOLUCELLE. — La section transversale de l'involucelle est à peu près carrée, et présente quatre grandes côtes séparées par quatre petites côtes. Les côtes limitent des vallécules assez peu accusées. (Fig. 17). La structure de l'involucelle offrant des différences notables au niveau des côtes et au niveau des vallécules, nous décrirons, comme pour le genre précédent, séparément, ces deux régions.

Côtes. — Les cellules de l'épiderme externe sont pour-

vues de membranes cellulosiques et d'une cuticule lisse. Beaucoup d'entre elles se prolongent en poils tecteurs unicellulaires, courts, à parois lignifiées et légèrement granuleuses (Fig. 18).

L'assise sous-épidermique est constituée par des cellules irrégulières et petites, à parois cellulosiques, où sont localisés des cristaux octaédriques d'oxalate de calcium. (Fig. 18).

A l'intérieur de l'assise sous-épidermique, on rencontre, du moins au niveau des grandes côtes, une assise de cellules arrondies, à membranes minces mais lignifiées, qui contiennent également des octaèdres d'oxalate de calcium. (Fig. 18).

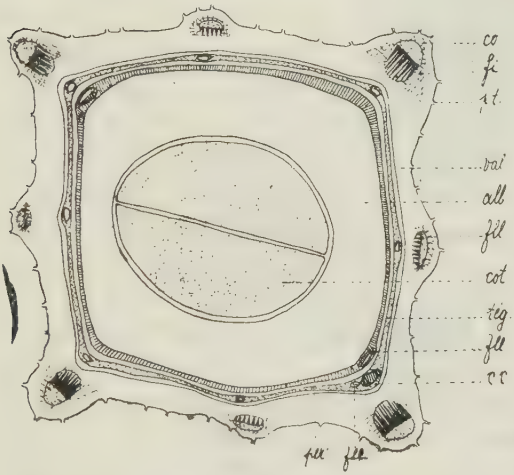

Fig. 17. — *Dipsacus sylvestris*. — co, côte; fi, fibres; p. t, poil tecteur; val, vallécule; alb, albumen; fll, faisceau; cot, cotylédons; tég, tégument séminal c. c, cordon conducteur; per, péricarpe, Gross. 20.

Au-dessous de ces assises oxalifères, s'étend un massif, triangulaire en section transversale, de fibres allongées dans le sens du grand axe de l'involucelle. (Fig. 18). Souvent, les angles de base de ce massif sont prolongés et pénètrent fortement dans le parenchyme voisin. Au milieu de ces amas de fibres, on peut distinguer, dans la plupart des cas, un groupe de cellules à parois cellulosiques correspondant au liber, et au-dessous, un paquet d'éléments à parois épaissies et lignifiées résultant de la sclérification du bois. Le massif fibreux des petites côtes est moins volumineux et affecte une forme ronde ou ovale. (Fig. 18).

Le parenchyme, situé au-dessous du massif fibreux, est constitué par plusieurs assises de cellules irrégulièrement polyédriques pourvues de parois régulièrement lignifiées.

Les cellules de l'épiderme interne sont légèrement allongées tangentiellement et ont des membranes cellulosiques.

Vallécules. (Fig. 18). L'épiderme est identique à celui des côtes.

Les cellules sous-épidermiques sont dépourvues d'oxalate de calcium.

Le parenchyme sous-jacent est formé de quatre à six

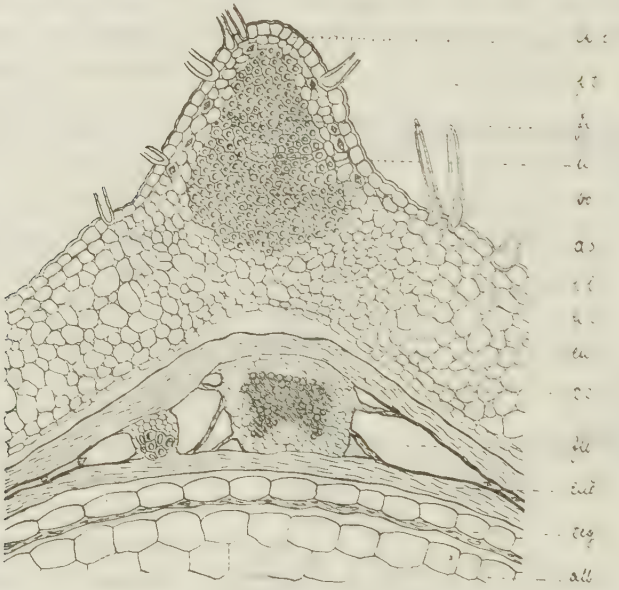

Fig. 18. — *Dipsacus sylvestris.* — ép. e, épiderme externe de l'involucelle p. t, poil tecteur; fi, fibres; li, liber; bo, bois; a. s, assise sous-épidermique; p. l, parenchyme lignifié; ép. i, épiderme interne de l'involucelle; épi, épicarpe; c. c, cordon conducteur; fll. faisceau; end, endocarpe; tég, tégument séminal; alb, albumen. Gross. 160.

assises de cellules arrondies, plus ou moins sinueuses, à parois minces et lignifiées.

L'épiderme interne ayant subi, en général, une désorganisation de ses éléments, est membraniforme.

FRUIT. — PERICARPE. — (Fig. 17 et 18). — A la maturité, le mésocarpe est totalement résorbé; seul l'appareil conducteur, représenté par huit faisceaux libéro-ligneux, et le cordon conducteur persistent. Le péricarpe est donc réduit à

l'épicarpe et à l'endocarpe qui, eux-mêmes, ne forment que deux zones membraniformes, résultant de l'aplatissement de leurs éléments. Ces deux zones, étroitement accolées l'une à l'autre, englobent quelques rares mâcles d'oxalate de calcium, les faisceaux et le cordon conducteur. Les faisceaux et le cordon conducteur sont placés en face des côtes de l'involucelle. Le cordon conducteur constitue un massif ovoïde, dont la partie centrale est sclérifiée.

GRAINE. — **Tégument séminal.** (Fig. 18). — Le tégument séminal, peu épais, se compose d'un épiderme formé de grandes cellules à section rectangulaire, à parois internes sensiblement bombées, et d'une zone membraniforme. Les deux sections opposées de l'unique faisceau (voir Knautia arv. page 33), sont plongées, chacune, dans un massif constitué par de petites cellules à structure nette.

Amande. — Albumen (Fig. 18). — L'albumen est abondant. Il est plus développé au niveau des faces convexes des cotylédons. Ses cellules polyédriques renferment des grains d'aleurone et de l'huile.

A l'intérieur, il est limité par une zone membraniforme.

Embryon (Fig. 17). — L'embryon est semblable à celui de *Knautia arvensis*. Les cotylédons sont grands. Les matières nutritives de réserve contenues dans leurs cellules sont celles citées pour l'albumen.

Dipsacus asper. Wall.

INVOLUCELLE. — Sur l'épiderme se trouvent des poils tecteurs et des poils sécréteurs, à pied bicellulaire et à tête pluricellulaire.

L'assise sous-épidermique renferme de l'oxalate de calcium en mâcles; de même que l'assise sous-jacente, au voisinage des côtes.

Les faisceaux libéro-ligneux des grandes côtes sont bordés, latéralement, par deux ou trois assises de fibres; ceux des petites côtes sont coiffés d'un arc fibreux.

L'épiderme interne, très net au niveau des côtes, est com-

posé de cellules à section rectangulaire, à membranes minces et lignifiées.

Au niveau des vallécules, l'involucelle est bien moins épais que chez *Dipsacus sylvestris*. Le parenchyme lignifié est, en général, formé de trois, rarement de quatre assises de cellules polyédriques.

FRUIT. — PERICARPE. — L'épicarpe et l'endocarpe sont aplatis et membraniformes. Le cordon conducteur constitue, en section transversale, une masse allongée tangentiellement et à bande scléreuse médiane.

GRAINE. — **Tégument séminal.** — Les cellules épidermiques sont aplaties au point de ne former qu'une mince couche membraniforme.

Dipsacus ferox. Lois.

INVOLUCELLE. — L'épiderme de l'involucelle porte, outre les poils tecteurs décrits pour l'espèce prise pour type, quelques rares poils glanduleux, à pied bicellulaire et à tête formée, habituellement, de quatre cellules disposées sur deux plans superposés.

Au niveau des quatre grandes côtes existent, généralement, à l'intérieur de l'assise sous-épidermique, deux assises de cellules arrondies, à membranes minces et lignifiées.

Les massifs fibreux situés à la partie supérieure des côtes sont moins étendus. Les fibres en massif anguleux dans les grandes côtes, et en arc dans les petites côtes, coiffent extérieurement et latéralement les éléments des faisceaux libéro-ligneux.

FRUIT. — PERICARPE. — Le péricarpe est caractérisé par les gros octaèdres d'oxalate de calcium qu'il renferme. Le cordon conducteur a un contour elliptique.

GRAINE. — **Tégument séminal.** — Dans la plupart des cas, l'épiderme est désorganisé; si bien que le tégument n'est représenté que par une zone membraniforme peu épaisse.

Dipsacus fullonum. L.

INVOLUCELLE. — L'épiderme possède des cellules irrégulières à membranes cellulosiques. Les parois externes sont un peu épaissies et légèrement convexes. Les parois radiales sont sinueuses. La cuticule est lisse.

Côtes. — Les massifs de fibres sont très volumineux et s'avancent jusqu'à l'épiderme. Les fibres entourent complètement les faisceaux libéro-ligneux. Le liber a gardé sa structure initiale, tandis que le bois est fortement sclérifié.

Dans l'assise sous-épidermique sont habituellement localisés des octaèdres d'oxalate de calcium. Les cellules de cette assise ont, au contact des fibres, des parois lignifiées, tandis que celles situées à une certaine distance des fibres présentent des membranes cellulosiques et contiennent rarement des octaèdres. Dans cette région, l'oxalate de calcium en mâcles est, au contraire, très fréquent.

FRUIT. — PERICARPE. — Le péricarpe est membraniforme. Le cordon conducteur possède une forme ovoïde à éléments presqu'entièrement sclérifiés.

GRAINE. — **Tégument séminal.** — L'épiderme est composé de cellules aplaties, allongées tangentiellement, ou est membraniforme.

Dipsacus laciniatus L.

INVOLUCELLE. — Le massif fibreux, dans les côtes principales, est réduit à deux assises de fibres qui s'étendent sur les côtés des faisceaux libéro-ligneux.

L'assise sous-épidermique ne renferme pas d'oxalate de calcium. On rencontre d'abondantes mâcles dans les cellules du parenchyme lignifié au voisinage des côtes.

FRUIT. — PERICARPE. — Les cellules endocarpiques, aplaties et allongées tangentiellement, conservent ordinairement leur structure. Les éléments du cordon conducteur sont presque totalement sclérifiés.

Dipsacus pilosus. L.

INVOLUCELLE. — L'involucelle présente, en coupe transversale, une section carrée beaucoup plus régulière que dans le type choisi: *D. sylvestris.* De plus, il ne forme que quatre côtes peu marquées.

L'appareil conducteur est représenté par quatre faisceaux libéro-ligneux situés dans les côtes.

L'épiderme externe est constitué par des cellules à parois externes fortement convexes.

L'assise sous-épidermique renferme, régulièrement, de petits octaèdres d'oxalate de calcium.

Les cellules sous-épidermiques sont bordées, à l'intérieur, par une zone fibreuse discontinue, composée par une ou deux assises de fibres allongées suivant le grand axe du fruit et le plus souvent collenchymateuses.

Le parenchyme lignifié qui est situé au-dessous des fibres, est réduit à une ou deux assises de cellules polyédriques allongées radialement.

L'épiderme interne de l'involucelle est nettement visible à la maturité.

Genre Succisa. (Coult).

Type choisi: *Succisa pratensis.* (Mönch).

INVOLUCELLE. — L'involucelle présente, en coupe transversale, huit côtes peu saillantes alternant régulièrement avec huit vallécules peu profondes (Fig. 19).

Côtes. — L'épiderme externe, à cuticule lisse, est formé de cellules irrégulières, à parois externes légèrement renflées en mamelons, ou allongées en poils tecteurs unicellulaires à membranes lignifiées.

Le parenchyme sous-épidermique est composé, suivant l'épaisseur de l'involucelle: de deux ou de trois assises de cellules irrégulières, assez grandes, à membranes lignifiées.

On rencontre rarement, dans ces cellules, quelques mâcles d'oxalate de calcium.

Au sommet de chaque côté est placé un faisceau libéro-ligneux, entouré d'une gaine de fibres collenchymateuses, allongées parallèlement à l'axe de l'involucelle.

L'épiderme interne est formé de cellules allongées tangentiellement et pourvues de membranes cellulosiques.

Vallécules. — L'involucelle est très mince à ces endroits, et ne se compose guère que des épidermes externe et interne qui présentent les mêmes caractères histologiques qu'au niveau des côtes. — Ces deux épidermes ne sont séparés que par une assise de cellules plus ou moins aplaties et à membranes fortement épaissies et lignifiées.

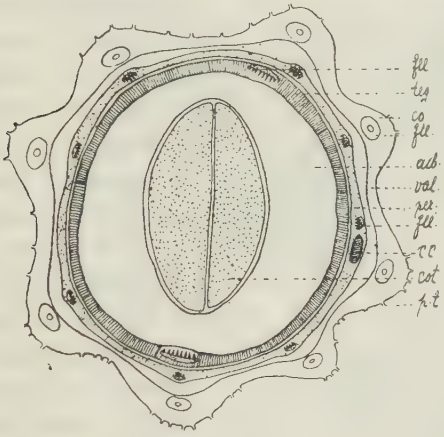

Fig. 19. — *Succisa pratensis*. — fll. faisceau; tég, tégument; co, côte; alb, albumen; val, vallécule; per. péricarpe; c. c, cordon conducteur; cot, cotylédon; p. t. poil tecteur. Gross. 31.

FRUIT. — PERICARPE. — L'épicarpe et l'endocarpe sont très nets. Chacun d'eux est formé par une assise de cellules allongées faiblement dans le sens tangentiel. Le mésocarpe est entièrement résorbé à la maturité et ne laisse, comme vestige, que de grosses mâcles d'oxalate de calcium. L'appareil conducteur est représenté par huit faisceaux situés en face des côtes de l'involucelle. Le cordon conducteur est sclérifié au centre.

GRAINE. — **Tégument séminal.** — Les parois des cellules épidermiques sont convexes vers l'intérieur. Souvent, l'assise sous-épidermique est visible. La partie interne du tégument est désorganisée et réduite à une zone membraniforme.

Amande. — — ALBUMEN. — L'albumen est assez abondant et comprend une dizaine d'assises cellulaires. Les matières nutritives mises en réserve sont les mêmes que dans les genres précédents: grains d'aleurone et de l'huile.

Embryon. — L'embryon, de forme normale, contient des grains d'aleurone et de l'huile.

Genre Pterocephalus. Vaill.

Type choisi: *Pterocephalus multiflorus* L.

INVOLUCELLE. — En coupe transversale, l'involucelle présente une forme octogonale, et dans chaque angle se trouve un faisceau libéro-ligneux (Fig. 20). Outre sa forme caractéristique, l'involucelle est remarquable par sa faible épaisseur et l'absence complète d'éléments sclérifiés.

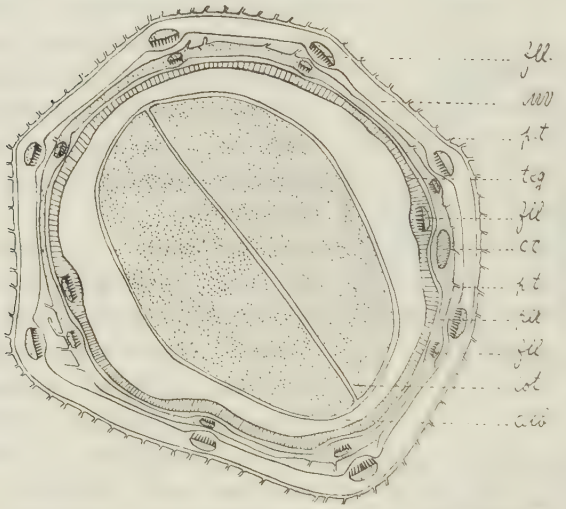

Fig. 20. — *Pterocephalus multiflorus*. — fll, faisceau; inv, involucelle; p. t, poil tecteur; tég, tégument séminal; c. c, cordon conducteur; per, péricarpe; cot, cotylédon; alb, albumen. Gross. 40.

L'épiderme porte de nombreux poils tecteurs unicellulaires, longs, à parois lisses et lignifiées. Il est formé de cellules rectangulaires, à membranes extérieures très épaissies et cellulosiques. Les parois radiales restent, au contraire, très minces. (Fig. 21).

Au dessous de l'épiderme, l'involucelle offre une, ou plus souvent, deux assises de cellules très petites, de contour irrégulier, à membranes entièrement cellulosiques qui renferment presque toutes une mâcle d'oxalate de calcium (Fig. 21).

Ces cellules oxalifères sont limitées à l'intérieur par une couche membraniforme peu épaisse, résultant de la résorption des assises cellulaires internes de l'involucelle jeune (Fig. 21).

Au niveau des faisceaux, l'involucelle est plus épais et forme un petit bourrelet vers l'intérieur, l'oxalate de calcium manque dans les cellules sous-épidermiques au niveau des faisceaux. Le bois est bien développé et protégé vers l'intérieur par un parenchyme à éléments polyédriques, limité lui-même par une zone membraniforme (Fig. 21).

FRUIT. — PERICARPE. — (Fig. 20 et 21). — Le péricarpe est ici, comme dans tous les genres précédemment

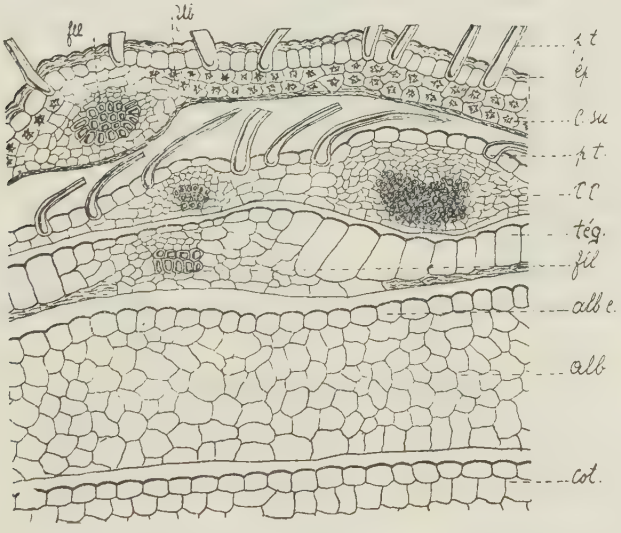

Fig. 21. — *Pterocephalus multiflorus*. — p. t, poil tecteur; ep, épiderme de l'involucelle; c. su, assise sous-épidermique; c. c, cordon conducteur; alb, albumen; fll, faisceau; cot, cotylédon; tég. tégument séminal. Gross. 90.

étudiés, réduit à l'épicarpe et à l'endocarpe; du mésocarpe persistent seuls les huit faisceaux libéro-ligneux et le cordon conducteur. Sur l'épicarpe, représenté par une assise de cellules à section rectangulaire et à membranes très minces, sont insérés en grand nombre des poils tecteurs, unicellulaires, pointus à l'extrémité, qui sont pourvus de parois épaissies et lignifiées. Les cellules constituant le mésocarpe sont intactes et nettes aux environs des faisceaux et du cordon conducteur, mais ailleurs elles sont dépourvues de structure et

réduites à une couche membraniforme. L'endocarpe et l'épicarpe étroitement appliqués l'un contre l'autre, ne se séparent qu'au niveau des faisceaux et du cordon conducteur. La région centrale de ce dernier cordon est sclérifiée.

GRAINE. — **Tégument séminal.** — (Fig. 21). — Le tégument séminal est réduit, à la maturité de la graine, à l'épiderme externe et à une zone membraniforme représentant le parenchyme tégumentaire résorbé. Les cellules épidermiques sont très grandes, allongées radialement et à parois très minces. Aux deux points, diamétralement opposés, où sont localisés les faisceaux, la résorption est moins complète. Ici, le tégument est formé de plusieurs assises de cellules petites et polyédriques, au sein desquelles sont plongés les éléments du bois et du liber.

Amande. — Albumen (Fig. 21). — L'albumen, entourant les cotylédons, est très riche en matières de réserve: huile et grains d'aleurone.

Embryon. — Les deux cotylédons sont remplis de substances de réserve identiques à celles que contient l'albumen.

Genre Scabiosa. L.

I. — Section I. — Sclerostemma Koch.

Type choisi: *Scabiosa Columbaria. L.*

INVOLUCELLE. — La section transversale de l'involucelle présente huit côtes très prononcées et huit vallécules (Fig. 22). La structure des côtes diffère de celle des vallécules.

Côtes. — En coupe transversale, les côtes ont la forme d'une calotte dont la base serait fortement concave. A mi-hauteur de la côte, on constate des deux côtés, un petit étranglement (Fig. 23). La ligne réunissant ces deux étranglements, divise la côte en deux régions offrant des caractères histologiques très différents: l'une externe, l'autre interne. Nous décrirons séparément ces deux régions, sauf l'épiderme qui possède une structure uniforme.

L'épiderme des côtes est constitué par une assisse de petites cellules à parois cellulosiques et à cuticule très accentuée.

Il porte des poils tecteurs unicellulaires, pourvus de membranes épaissies, lignifiées et granuleuses. Les poils sont abondants au sommet de la côte; rares ou absents sur les parois latérales de la côte. (Fig. 23).

REGION EXTERNE DES COTES. — (Fig. 23). — Dans la région externe des côtes s'étend, sous l'épiderme, une assise de petites cellules à parois cellulosiques, dans lesquelles sont localisés de gros octaèdres d'oxalate de calcium. Souvent,

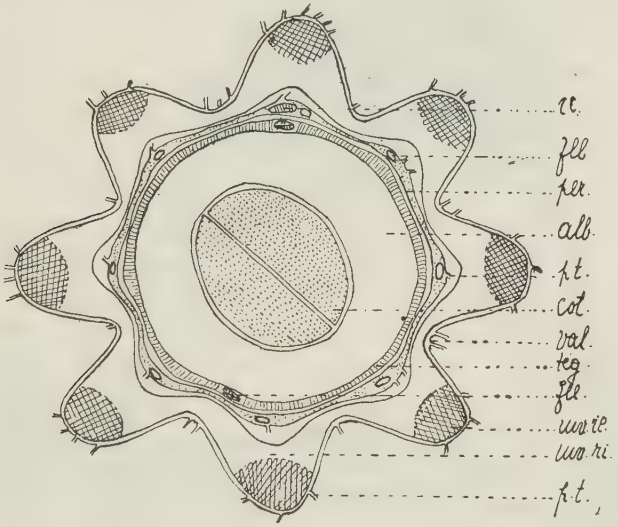

Fig. 22. — *Scabiosa columbaria.* — c. c, cordon conducteur; fll, faisceau; per, péricarpe; alb, albumen; p. t, poil tecteur; cot, cotylédon; val, vallécule; tég, tégument séminal; inv. re, région externe de l'involucelle (côte); inv. ri, région interne de l'involucelle (côte). Gross. 40.

cette assise sous-épidermique est accompagnée d'une deuxième assise de cellules, dont les membranes sont également cellulosiques, mais qui sont dépourvues de cristaux.

Sous ces assises cellulaires s'étale, des deux côtés de la côte, une zone de fibres allongées suivant l'axe du fruit, à section transversale polygonale et à lumen petit. Cette zone fibreuse forme, le plus souvent, un anneau continu de fibres. A l'intérieur de cet anneau de fibres, et dans le plan de symétrie de la côte, sont placés les éléments du faisceau libéro-

ligneux. Le liber qui a gardé sa structure initiale est très net, tandis que le bois est fortement sclérifié.

REGION INTERNE DES COTES. — (Fig. 23). — La structure de la région interne de la côte est bien plus homogène. Outre l'épiderme déjà écrit, cette région est entièrement formée de grandes cellules ponctuées et polyédriques pour-

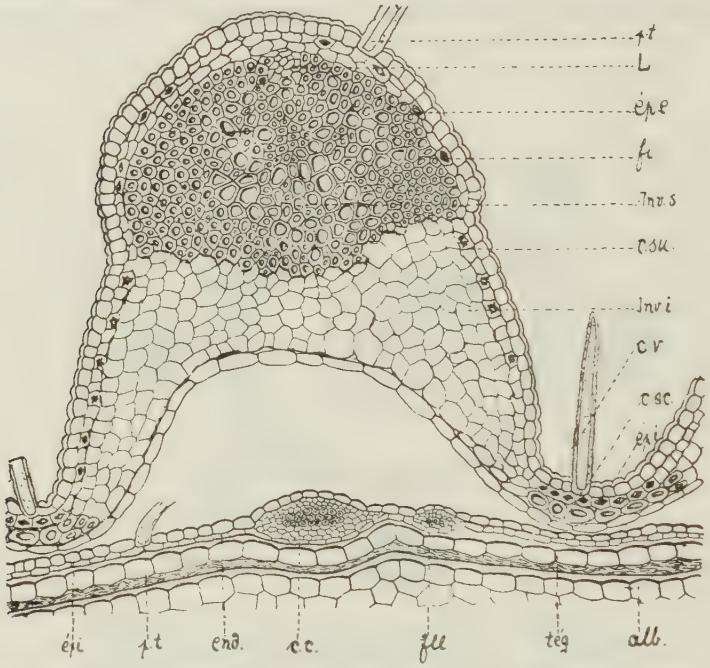

Fig. 23. — *Scabiosa columbaria*. — p. t, poil tecteur; L, liber; ép. e, épiderme externe de l'involucelle; fi, fibres; Inv. s, région lignifiée de l'involucelle; c. su, assise sous-épidermique; Inv. i, région interne de l'involucelle; c. v, assise sous-épidermique des vallécules; c. sc, assise de cellules sclérifiées des vallécules; ép. i, épiderme interne de l'involucelle; épi, épicarpe; end, endocarpe; c. c, cordon conducteur; fll, faisceau; tég. tégument, alb. albumen. Gross. 160.

vues de membranes peu épaissies mais lignifiées; néanmoins, les cellules de l'épiderme interne présentent généralement des parois cellulosiques. Dans les cellules de l'assise sous-épidermique, on rencontre de petites mâcles d'oxalate de calcium.

Vallécules. — (Fig. 23). — Les vallécules sont très étroites et limitées à l'extérieur par un épiderme de structure iden-

tique à celui des côtes, sur lequel sont insérés des poils tecteurs analogues à ceux décrits pour les côtes. Chaque cellule sous-épidermique renferme un grand octaèdre d'oxalate de calcium. Au-dessous de l'assise sous-épidermique, on observe une ou rarement deux assises de cellules ovales et très fortement sclérifiées. L'épiderme interne, formé de cellules allongées tangentiellement et pourvues de membranes cellulosiques, limite intérieurement l'involucelle.

FRUIT. — PERICARPE. (Fig. 23). — Le péricarpe n'est pas soudé à l'involucelle. Il en est même nettement séparé au niveau de côtes et ne le touche qu'au niveau des vallécules. Comme dans tous les genres précédemment étudiés, le péricarpe est réduit à l'épicarpe et à l'endocarpe.

L'épicarpe est constitué par une assise de cellules à parois externes faiblement convexes, qui servent de point d'insertion à des poils tecteurs unicellulaires, pointus aux extrémités et à parois lignifiées.

L'endocarpe, parfois représenté par des cellules plus petites et allongées dans le sens tangentiel, a, dans la plupart des cas, perdu sa structure et est membraniforme. Entre l'endocarpe et l'épicarpe sont englobés, outre de petites mâcles d'oxalate de calcium, huit faisceaux libéro-ligneux et le cordon conducteur. Ce dernier se présente en coupe transversale, sous la forme d'un massif cellulaire ovale dont les éléments centraux sont sclérifiés, tandis que ceux de la périphérie restent cellulosiques (Fig. 23). Les faisceaux et le cordon conducteur sont placés en face des côtes de l'involucelle. (Fig. 22).

GRAINE. — **Tégument séminal.** — (Fig. 23). — Le tégument séminal est formé de l'épiderme et d'une couche membraniforme assez épaisse, provenant de la résorption du parenchyme tégumentaire interne. En coupe transversale, on voit, en deux points opposés, les deux sections du faisceau tégumentaire unique (voir *Knautia arvensis*, p. 33) entourées de plusieurs assises de cellules petites et polyédriques.

Amande. — ALBUMEN. — L'albumen entourant l'embryon est formé de grandes cellules polyédriques remplies de grains d'aleurone et d'huile.

Embryon. — L'embryon est intraire et renferme les mêmes matières nutritives de réserve que l'albumen.

Scabiosa ochroleuca. L.

INVOLUCELLE. — Les vallécules sont plus larges et les côtes beaucoup moins prononcées.

Côtes. — Le massif de fibres localisé dans la région externe de la côte est bien moins volumineux et n'occupe que les parties latérales de cette région. Le liber est généralement résorbé, et sa place est marquée par une petite lacune. Le tissu scléreux qui s'étend autour du bois fait fortement saillie vers la région inférieure de la côte.

Souvent, on constate dans le plan médian de la région interne de la côte, au contact de l'épiderme interne, une lacune provenant d'une résorption partielle des cellules.

Vallécules. — L'épiderme interne, représenté par une couche membraniforme au niveau des côtes, n'est plus visible au niveau des vallécules.

FRUIT. — PERICARPE. — L'endocarpe et l'épicarpe sont aplatis et membraniformes.

GRAINE. — — **Tégument séminal.** — Les cellules épidermiques du tégument séminal sont de plus faibles dimensions que chez *Scabiosa Columbaria,* comprimées et plus ou moins aplaties.

Scabiosa plumosa. Sibth. et Sm.

INVOLUCELLE. — Les côtes de l'involucelle sont très hautes. Les vallécules sont étroites (Fig. 24).

Côtes. — L'épiderme porte des poils tecteurs aussi bien sur les parois latérales qu'au sommet des côtes. On en trouve aussi au niveau des vallécules. On y remarque, également, des poils sécréteurs à pied long et bicellulaire, pourvus d'une tête formée de plusieurs cellules disposées sur deux plans superposés et séparés l'un de l'autre par un étranglement bien marqué. (Fig. 25).

Dans la région externe des côtes existent, à l'intérieur de l'épiderme, deux assises de grandes cellules un peu allongées

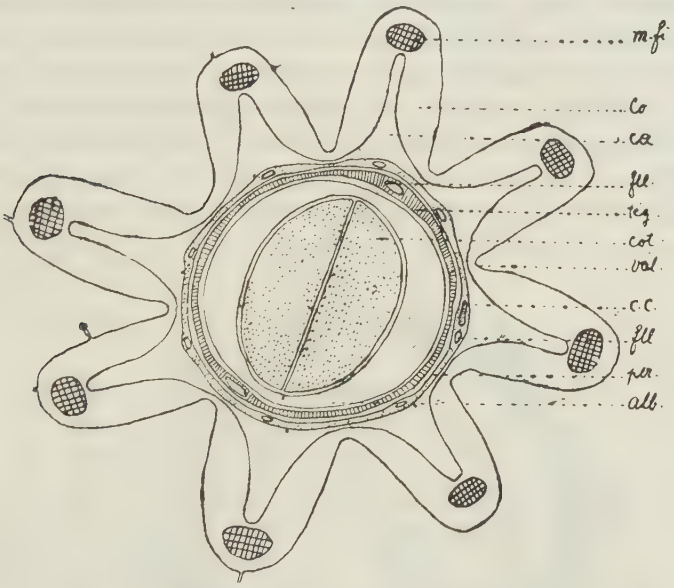

Fig. 24. — *Scabiosa plumosa.* — m. fi, massif fibreux; co, côte; ca, cavité fil, faisceau; tég. tégument séminal; cot, cotylédon; val, vallécule; c. c. cordon conducteur; per, péricarpe; alb, albumen. Gross. 30.

radialement, à parois habituellement cellulosiques, rarement lignifiées, dont l'extérieure renferme quelques petites mâcles d'oxalate de calcium. — Le bois est entouré par un massif de fibres le plus souvent collenchymateuses (Fig. 24).

Fig. 25. — *Scabiosa plumosa.* Poil sécréteur. — Gross. 225.

Dans la région interne de la côte, on observe, dans le plan de symétrie, une cavité large à la base, s'amincissant vers le haut et pénétrant jusqu'au voisinage immédiat du massif scléreux (Fig. 24).

Vallécules. — Les cellules sous-épidermiques contiennent des mâcles d'oxalate de calcium.

Scabiosa suaveolens. Desf.

INVOLUCELLE. — Les côtes sont peu saillantes (Fig. 26).

De plus, l'involucelle de cette espèce est caractérisé par l'abondance des poils tecteurs insérés sur l'épiderme.

Côtes. — Sur les parties latérales des côtes, l'assise sous-épidermique est constituée par des cellules à membranes lignifiées et très riches en mâcles d'oxalate de calcium; tandis qu'au sommet des côtes, les cellules sous-épidermiques présentent des parois cellulosiques et sont dépourvues d'oxalate de calcium. La partie saillante de la côte est presque entièrement occupée par un massif rond de fibres collenchymateuses.

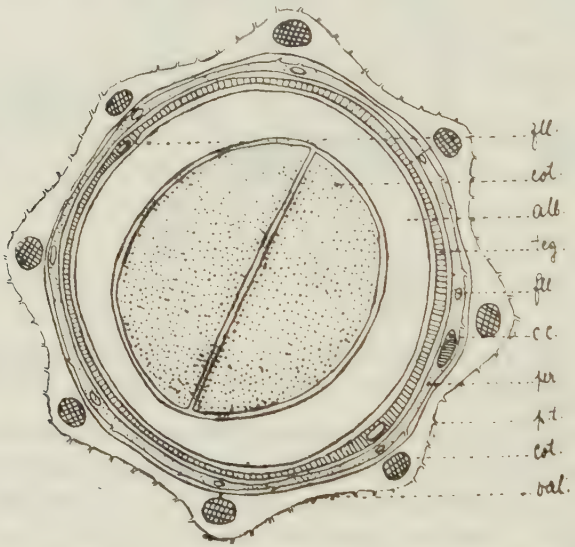

Fig. 26. — *Scabiosa suaveolens*. — fll, faisceau; cot, cotylédons; alb, albumen; tég, tégument séminal; c:c, cordon conducteur; per, péricarpe; p. t, poil tecteur; cot, côte de l'involucelle; val, vallécule. — Gross. 53.

à la partie supérieure duquel est placé le faisceau libéro-ligneux.

Scabiosa tenuis. Sprun.

Le fruit de cette espèce est bien plus gros que celui des espèces précédentes.

INVOLUCELLE. — L'involucelle présente des côtes très accentuées et des vallécules très étroites.

Côtes. — Les côtes ont subi une compression latérale, qui se traduit par la formation de deux sillons très nets. Le sommet de la côte est convexe et moins large que la base.

L'assise sous-épidermique de la région externe des côtes contient de très nombreux et de très gros octaèdres d'oxalate de calcium. Elle est fortement comprimée et aplatie.

Au-dessous, on rencontre une zone de fibres collenchymateuses.

La partie interne de la côte est constituée par des cellules polyédriques à membranes faiblement épaissies et lignifiées.

Vallécules. — En coupe transversale, on constate, au milieu de chaque vallécule, l'existence d'un poil tecteur, unicellulaire, assez court et dilaté en massue, à parois épaissies, lignifiées et granuleuses (Fig. 27).

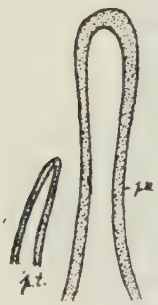

Fig. 27. — *Scabiosa tenuis.* — p. t, poil tecteur pointu; p. m, poil tecteur dilaté en massue. Gross. 300.

Remarque. — Les poils insérés sur les côtes sont moins larges, plus courts et pointus aux extrémités. Cette espèce porte donc deux sortes de poils tecteurs (Fig. 27).

Scabiosa trinaefolia. Frivald.

INVOLUCELLE. — La structure de l'involucelle et du fruit de cette espèce ne diffère guère de celle de *Scabiosa Columbaria.* Les quelques différences ne portent que sur la région externe des côtes. — L'assise sous-épidermique est peu nette. — Les zones fibreuses placées des deux côtés, sont constituées par des fibres collenchymateuses. — Le liber, placé au-dessous de l'assise sous-épidermique, est toujours très net.

IIe Section: Vidua. Coult.

Type choisi: *Scabiosa maritima.* L.

INVOLUCELLE. — L'involucelle, de forme arrondie, présente huit côtes peu accentuées (Fig. 28).

L'épiderme externe est formé de cellules à membranes cellulosiques (Fig. 29). Il porte d'abondants poils tecteurs, unicellulaires, ayant la forme d'un pilon à parois épaissies, lignifiées et fortement granuleuses. (Fig. 30).

Les cellules sous-épidermiques, pourvues de membranes cellulosiques, renferment de nombreux et volumineux octaèdres d'oxalate de calcium (Fig. 29).

Anneau scléreux de fibres. — Au-dessous de l'assise sous-épidermique, est placé, sur tout le pourtour de l'involucelle,

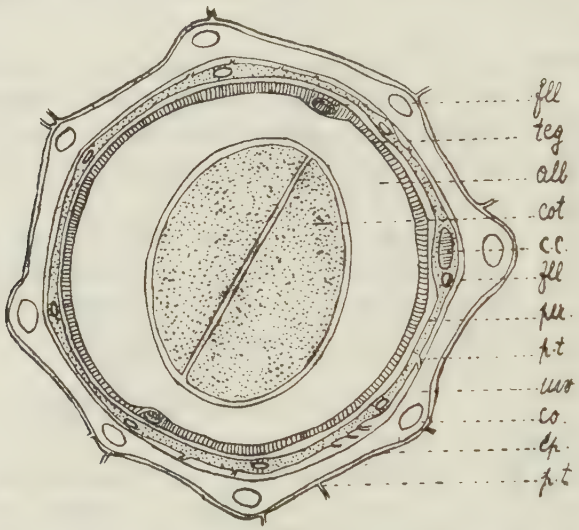

Fig. 28. — *Scabiosa maritima*. — fll, faisceau; tég, tégument séminal; alb, albumen; cot, cotylédon; c. c, cordon conducteur; per, péricarpe; p. t, poil tecteur; inv, involucelle; co, côte; ep, épiderme. Gross 28.

un anneau continu composé de cinq à six assises de fibres allongées suivant l'axe du fruit. (Fig. 29).

Parenchyme interne. — A l'intérieur de l'anneau fibreux on rencontre une ou deux assises de cellules, à parois cellulosiques, puis trois ou quatre assises de cellules allongées tangentiellement, déformées plus ou moins par compression et pourvues de membranes minces et lignifiées. (Fig. 29).

L'appareil conducteur de l'involucelle est représenté par huit faisceaux libéro-ligneux.

FRUIT. — PERICARPE. — (Fig. 28-29). — L'épicarpe est représenté par une assise de cellules sur lesquelles sont insérés des poils tecteurs unicellulaires et scléreux. Du mésocarpe ne persistent que les huit faisceaux libéro-ligneux et aussi le cordon conducteur formant, en section transversale, une masse allongée à bande scléreuse médiane. L'endocarpe, désorganisé, est le plus souvent membraniforme.

GRAINE. — **Tégument séminal.** — (Fig. 28-29). L'épiderme externe du tégument est intact et formé de grandes cellules à membranes très minces. La partie interne du tégument

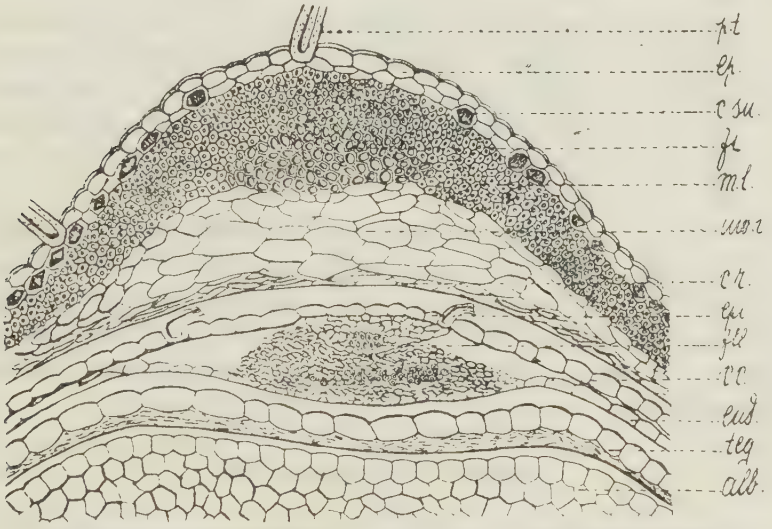

Fig. 29. — *Scabiosa maritima*. — p. t, poil tecteur; ep, épiderme de l'involucelle; c. su, assise sous-épidermique; fi, sclérenchyme; m. l, zone de fibres; inv. i, cellules lignifiées; c. r, partie interne de l'involucelle; épi, épicarpe; fll, faisceau; c. c, cordon conducteur; end, endocarpe; tég, tégument séminal; alb, albumen. — Gross. 160.

est résorbée pendant la maturation et n'est représentée, à la maturité, que par une zone membraniforme. Les deux sections de l'unique faisceau tégumentaire (voir *Knautia ar.* p. 33) sont opposées, en coupe transversale.

Amande. — ALBUMEN. — L'albumen, riche en grains d'aleurone et d'huile, se termine, à l'intérieur par une zone membraniforme.

EMBRYON. — L'embryon de forme normale, possède des

cotylédons très développés et contient les mêmes matières de réserve que l'albumen.

Scabiosa atropurpurea L.

INVOLUCELLE. — Les poils tecteurs sont très nombreux, de forme et de longueur variables. On rencontre des poils identiques à ceux décrits chez *Scabiosa maritima,* assez courts et dilatés en massue. D'autres poils sont plus longs, ont une extrémité faiblement dilatée, ou, au contraire, sont terminés en pointe. Les trois variétés de poils sont plus larges, unicellulaires, à parois épaissies entièrement lignifiées et granuleuses.

Fig. 30. — *Scabiosa caucasica.* — Poil tecteur. Gross. 150.

L'anneau fibreux est constitué par trois ou quatre assises de fibres à parois fortement sclérifiées.

Les cellules du **parenchyme lignifié** interne sont très rarement comprimées. En général, ce tissu est formé de 4 assises de cellules allongées tangentiellement et à contour très sinueux. Toutefois la région des côtes à l'intérieur des fibres, est occupée par du sclérenchyme.

Scabiosa Bannatica. L. K.

INVOLUCELLE. — Les côtes sont peu prononcées. Les poils tecteurs sont rares, dilatés aux extrémités en forme de pilon, ou même globuleux.

L'anneau fibreux est constitué par trois ou quatre assises de fibres, souvent collenchymateuses.

Le **parenchyme lignifié** interne est tantôt très net, tantôt comprimé.

Les côtes, au-dessous des fibres, présentent un massif de cellules polyédriques et collenchymateuses. Le liber est résorbé et son emplacement est indiqué par une cavité. Le bois est situé au milieu du tissu collenchymateux.

III[e] Section. — Asterocephalus. — Coult.

Type choisi: *Scabiosa prolifera.* — L.

INVOLUCELLE. — L'involucelle offre, en coupe transversale, à mi-hauteur du fruit, une section ronde. — Sa surface porte huit côtes peu prononcées (Fig. 31).

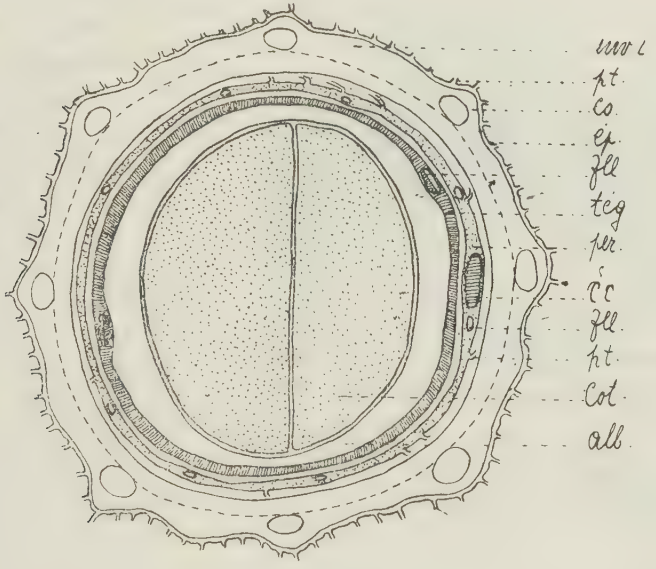

Fig. 31. — *Scabiosa prolifera.* — inv. e, région externe de l'involucelle; pt, poil tecteur; co, côte de l'involucelle; ep, épiderme de l'involucelle; fll, faisceau; tég, tégument séminal; per, péricarpe; c. c, cordon conducteur; cot, cotylédon; alb, albumen. — Gross. 18.

Vallécules. — L'épiderme externe est constitué par des cellules à membranes épaissies, et à membranes internes minces et convexes. Il porte de très nombreux poils tecteurs unicellulaires, très longs et pointus. Les parois de ces poils sont épaissies, lignifiées et granuleuses (Fig. 33).

Les cellules de l'assise sous-épidermique ont, comme les cellules épidermiques, une membrane cellulosique. Dans la

plupart des cellules de cette assise, on note la présence d'octaèdres d'oxalate de calcium très volumineux qui remplissent la cellule. (Fig. 32).

REGION SCLERIFIEE. — La région scléreuse située au-dessous de l'assise sous-épidermique, est divisée en deux zones: a) l'une, à l'extérieur, se compose de cinq à six assises de fibres, allongées suivant l'axe du fruit, à sclérification régulière. La section transversale de ces fibres est polyédrique (Fig. 32). b) La zone interne comprend plusieurs assises de fibres horizontales allongées perpendiculairement à l'axe du fruit. Toutes ces fibres fortement sclérifiées communiquent entre elles à l'aide de très nombreux canalicules. (Fig. 32).

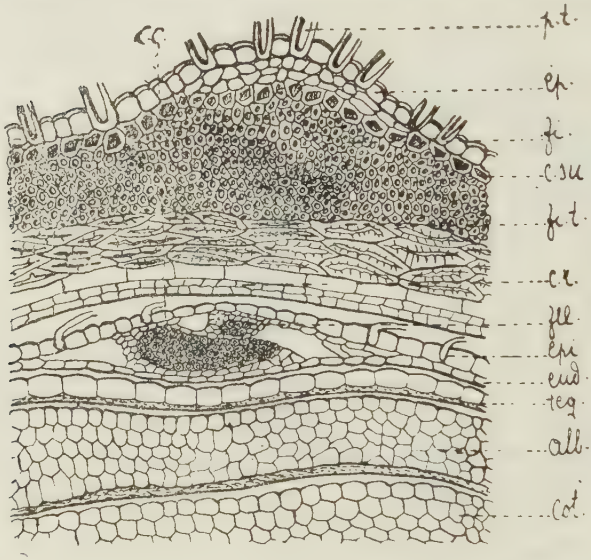

Fig. 32. — *Scabiosa prolifera.* — p. t, poil tecteur; ep, épiderme; fi, fibres longitudinales; c. su, assise sous-épidermique; fi. t, fibres transversales; c. r, région interne de l'involucelle; fll, faisceau; épi, épicarpe; end, endocarpe; tég, tégument séminal; alb, albumen; cot, cotylédon. — Gross. 110.

REGION INTERNE NON SCLERIFIEE.— La partie interne de l'involucelle est constituée: a) par deux assises de cellules à parois cellulosiques; b) par deux assises cellulaires à éléments pourvus de parois minces, lignifiées et à contour très sinueux. (Fig. 32).

Ces assises, toujours bien visibles dans le jeune âge, sont, à la maturité, tantôt désorganisées et partiellement résorbées tantôt intactes et très nettes.

Côtes. — Au niveau des côtes, la structure de l'involucelle est à peu près identique. On note seulement que la région

scléreuse externe est plus large (10 à 12 assises de fibres). Les faisceaux libéro-ligneux situés à ces endroits sont sclérifiés. De plus, entre l'épiderme et la région fibreuse, on observe trois assises de cellules pourvues de parois cellulosiques, dont seule la plus interne est oxalifère. (Fig. 32).

Fig. 33. — *Scabiosa prolifera.* — Poil tecteur. — Gross. 135.

Pour terminer la description histologique de l'involucelle nous indiquerons encore l'existence de petites saillies entre les côtes, résultant de l'élargissement de la zone fibreuse externe.

Tout ce qui vient d'être dit, en ce qui concerne la structure histologique de l'involucelle, se rapporte au 1/3 inférieur et au 1/3 moyen de cet organe. Au niveau du 1/3 supérieur, l'involucelle possède des caractères anatomiques très différents. Des coupes transversales pratiquées à ce niveau montrent une région interne qui donne naissance vers l'extérieur à huit protubérances prononcées, étroites à la base, et dilatées très fortement au sommet en un massif dont la coupe transversale est ovale. (Fig. 34). Par analogie avec les involucelles décrits plus haut, nous désignerons sous le nom de côtes les protubérances, et sous le nom de vallécules la région de l'involucelle comprise entre deux côtes. (Fig. 34).

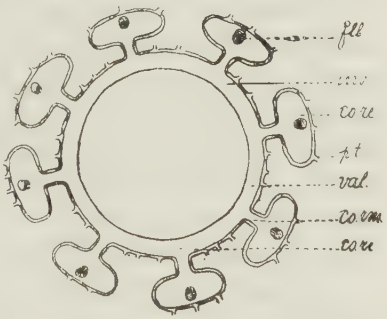

Fig. 34. — *Scabiosa prolifera.* — fll, faisceau; inv, involucelle; co. re, région externe des côtes; pt, poil tecteur; val, vallécule; co. rm, région moyenne des côtes; co. ri, région interne des côtes. Gross. 13.

Côtes. — La structure des côtes est très hétérogène et permet de distinguer trois régions:

a) REGION EXTERNE, correspondant à la partie des protubérances qui est dilatée en massif ovale (Fig. 34). — L'épiderme qui recouvre cette région est composé de cellules à parois cellulosiques. Les membranes externes de ces cellules sont notablement épaissies; les membranes radiales, au con-

traire, très minces et sinueuses. Sur l'épiderme, on trouve des poils tecteurs semblables à ceux décrits plus haut pour la même espèce, et des poils sécréteurs à pied bi-cellulaire et à tête pluricellulaire. — L'assise sous-épidermique est constituée par des cellules contenant de très gros cristaux octaédriques d'oxalate de calcium. — Le reste de cette région est occupé par un massif de fibres au milieu duquel on retrouve les éléments du faisceau libéro-ligneux.

b) REGION MOYENNE formée par la base amincie des protubérances (Fig. 34). — L'épiderme est dépourvu de poils. — Les cellules sous-épidermiques ont des parois tantôt cellulosiques, tantôt lignifiées et elles renferment de l'oxalate de calcium en mâcles. — A l'intérieur de cette assise, s'étend un parenchyme constitué par des cellules ovales à membranes lignifiées et sinueuses, contenant parfois des mâcles d'oxalate de calcium.

c) REGION INTERNE. — Elle est formée par une zone de trois assises de fibres, interrompue par de petites cellules arrondies et lignifiées, et limitée à l'intérieur par un parenchyme faiblement lignifié.

Vallécules. — L'épiderme est analogue à celui de la région externe de la côte. L'assise sous-épidermique contient des octaèdres d'oxalate de calcium. A l'intérieur de cette assise, se trouve une zone comprenant deux à trois assises de fibres allongées suivant l'axe du fruit. — La partie interne est constituée par des cellules à membranes lignifiées et sinueuses, souvent désorganisées. — L'épiderme interne, réduit à une mince couche membraniforme, limite l'involucelle.

FRUIT. — PERICARPE. (Fig. 31 et 32). — L'épicarpe est formé de cellules rectangulaires à membranes cellulosiques. Il porte un grand nombre de poils tecteurs unicellulaires, pointus, assez longs et dont les parois sont lignifiées et lisses. Le parenchyme mésocarpique est résorbé; seuls les huit faisceaux libéro-ligneux et le cordon conducteur persistent. Ce dernier, placé en général au voisinage immédiat d'un faisceau, est représenté par un massif cellulaire ovale dont les cellules centrales sont sclérifiées. Les rares mâcles localisées, aux stades

plus jeunes, dans le mésocarpe, se retrouvent à la maturité entre l'épicarpe et l'endocarpe intimement accolés l'un à l'autre. Les cellules endocarpiques allongées tangentiellement sont habituellement désorganisées.

GRAINE. — **Tégument séminal.** — (Fig. 31 et 32). — Le tégument comprend l'assise de cellules épidermiques et une couche membraniforme.

Amande. — ALBUMEN. — L'albumen est réduit (Fig. 31). Il n'est constitué que par trois ou quatre assises de cellules (Fig. 32) où sont emmagasinées, en abondance, les matières nutritives de réserve: grains d'aleurone, et huile.

EMBRYON. — Les cotylédons sont très dévoloppés (Fig. 31). On y rencontre les mêmes substances de réserve que dans l'albumen.

Scabiosa cretica. L.

INVOLUCELLE. — La section transversale de l'involucelle montre un contour extérieur sinueux, mais ne présente aucune côte.

L'épiderme est formé de cellules à parois très minces et cellulosiques. Les poils très nombreux ont des membranes peu épaissies, mais lignifiées et lisses.

L'assise sous-épidermique est oxalifère. Elle est dédoublée au niveau des faisceaux libéro-ligneux, en deux ou trois assises à peu près dépourvues d'octaèdres d'oxalate de calcium.

La **partie scléreuse** de l'involucelle est divisée en deux zones rappelant celles décrites chez *Scabiosa prolifera:*

a) La zone externe, formée par neuf ou dix assises de fibres longitudinales; b) la zone interne comprenant six à sept assises de fibres horizontales très longues, fortement sclérifiées et abondamment canaliculées.

La **partie interne non sclérifiée** de l'involucelle se compose de quatre à cinq assises, le plus souvent faiblement lignifiées et renfermant des mâcles d'oxalate de calcium. Quelquefois les assises cellulaires sont comprimées, partiellement désorganisées et forment une zone membraniforme.

Scabiosa graminifolia. L.

INVOLUCELLE. – L'involucelle présente, à l'extérieur, de nombreuses émergences pluricellulaires sur lesquelles sont insérés des poils tecteurs très larges et très longs. Cependant, la plupart des poils tecteurs naissent au niveau de l'épiderme.

Sous l'épiderme se trouvent, en général, deux assises de cellules à membranes cellulosiques, dont l'intérieur seul est oxalifère.

La **région sclérifiée** est moins large que chez *Sc. prolifera,* mais elle est également différenciée en deux zones. Chacune d'elles est formée par quatre assises de fibres.

La région interne non sclérifiée comprend plusieurs assises de cellules à membranes lignifiées. — L'épiderme interne est cellulosique.

Scabiosa micrantha. Desf.

INVOLUCELLE. — L'involucelle de cette espèce est assez conforme au type: *Sc. prolifera.*

La région non sclérifiée de l'involucelle est désorganisée et réduite.

FRUIT. — PERICARPE. — L'épicarpe et l'endocarpe ont perdu leur organisation et sont transformés en une couche membraniforme très mince. Les poils insérés sur l'épicarpe sont très longs.

GRAINE. — **Tégument séminal.** — Le tégument est très mince. Les cellules épidermiques sont désorganisées et peu distinctes.

Scabiosa sicula L.

INVOLUCELLE. — Dans cette espèce l'involucelle a une structure semblable à celle déjà décrite chez *Sc. prolifera.* Toutefois, à l'intérieur, bordant la zone fibreuse interne, se trouve une assise discontinue de fibres allongées parallèlement à l'axe du fruit.

Les éléments constitutifs de la partie interne non sclérifiée de l'involucelle, sont tantôt nets et limités à l'intérieur par l'épiderme interne cellulosique, tantôt comprimés et peu distincts. Les poils sont granuleux.

Scabiosa stellata. L.

INVOLUCELLE. — L'involucelle de cette espèce, en ce qui concerne la structure anatomique présente les particularités suivantes. — L'épiderme porte deux variétés de poils tecteurs; les uns, étroits, possèdent des membranes minces, lisses et lignifiées et sont analogues à ceux décrits chez les autres espèces; les autres, beaucoup plus larges, ont des parois très épaissies et lignifiées. Ces derniers s'insèrent sur de petites émergences pluricellulaires de l'épiderme. A ces endroits, l'assise sous-épidermique est ordinairement dédoublée.

La partie interne non sclérifiée est très développée. Au contact de la zone interne de fibres, s'étale une zone de trois assises cellulaires à membranes cellulosiques. A l'intérieur de ces assises se trouvent des cellules plus grandes, à contour sinueux et à membranes lignifiées. L'épiderme interne de l'involucelle, formé de cellules allongées tangentiellement, est net et cellulosique.

Scabiosa ucranica. L.

INVOLUCELLE. — Sur l'épiderme, on rencontre, outre les poils tecteurs, des poils sécréteurs capités dont les cellules sécrétrices sont disposées sur deux plans superposés. La zone fibreuse externe est mince et ne comprend que trois à quatre assises de fibres.

La partie interne non sclérifiée est tantôt nette et limitée par l'épiderme interne cellulosique bien visible, tantôt plus ou moins désorganisée et plus ou moins résorbée. Sauf ces particularités, cette espèce possède la même structure histologique que le type *Sc. prolifera.*

QUATRIÈME PARTIE.

Genre : Knautia. Coult.

Etude comparée de la structure de l'appareil végétatif.

Type choisi : *Knautia arvensis*. Coult.

RACINE.

Nous avons étudié la racine à plusieurs stades, pour connaître le mode de formation du suber qui nous a paru présenter quelques particularités intéressantes.

Racine jeune. — Dans une racine jeune, nous observons la structure suivante (Fig. 35 et 36) : 1) Une assise subéreuse constituée par des éléments assez grands, nettement subérisés; 2) un parenchyme cortical réduit; 3) un endoderme dont les cellules de forme irrégulière ont une paroi cellulosique; 4) un péricycle peu différencié; 5) un anneau continu de liber secondaire (l'assise génératrice libéro-ligneuse ayant déjà fonctionné à ce stade) sans mâcles d'oxalate de calcium; 6) le bois secondaire formé de vaisseaux disposés en files radiales séparées par des rayons médullaires étroits, et d'un tissu conjonctif constitué par des cellules à parois minces et cellulosiques ou légèrement sclérifiées; 7) du bois primaire dans l'axe de la racine.

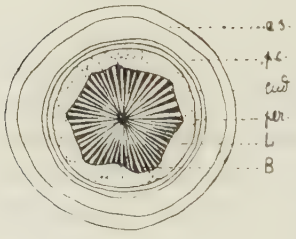

Fig. 35. — *Knautia arvensis*. — Racine jeune. — a. s, assise subéreuse; p. c, parenchyme cortical; end, endoderme; per, péricycle; L. liber; B, bois. — Gross. 13.

Développement. — Pendant l'accroissement de la racine, l'endoderme subérise la moitié externe de ses parois radiales. Puis il se produit un cloisonnement des cellules endodermiques : a) vers l'intérieur, pour former deux à trois assises de cellules phellodermiques allongées tangentiellement et disposées en files radiales; b) vers l'extérieur, pour aboutir à la production d'un tissu (futur suber) formé de grandes cellules allongées dans le sens radial et à parois entièrement cellulosiques. (Fig. 37).

Après avoir engendré ces deux tissus secondaires, l'endoderme générateur subérise aussi ses parois externes.

Plus tard, les cellules résultant de la division de l'endoderme et accumulées à l'extérieur (suber) de cette assise, subissent des cloisonnements tangentiels. La subérisation de ce tissu se fait bien plus tard et reste toujours très faible.

L'exfoliation du parenchyme cortical et de l'assise subéreuse ne s'effectue que tardivement.

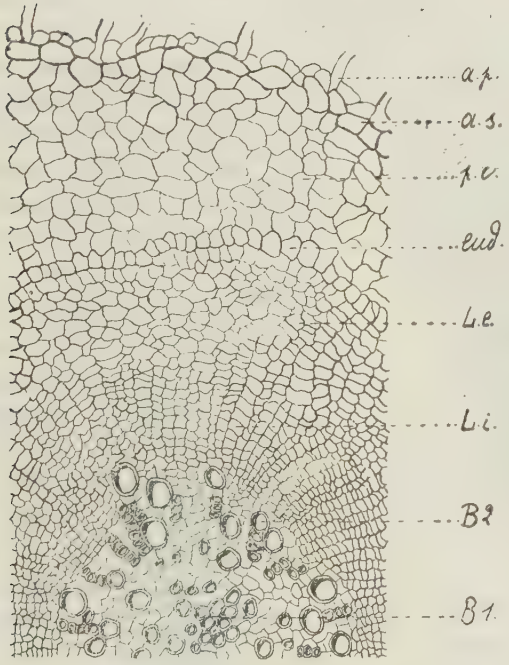

Fig. 36. — *Knautia arvensis*. — Racine jeune. — a. p. assise pilifère; a. s, assise subéreuse; p. c, parenchyme cortical; end, endoderme; L. e, région externe du liber; L. i, région interne du liber; B2, bois secondaire; B1, bois primaire. — Gross. 83.

Pendant toute cette évolution, le phelloderme reste réduit, tandis que le liber se développe considérablement et se remplit de mâcles d'oxalate de calcium; si bien que l'accroisement en diamètre de la racine est surtout dû au développement intense du liber.

Chez *Knautia arvensis*, l'endoderme fonctionne donc comme assise génératrice subéro-phellodermique.

Racine âgée. – Nous décrirons maintenant la structure d'une racine âgée, arrivée au terme de son développement. (Fig. 38). Elle est protégée à l'extérieur par une couche de suber, à membranes minces et faiblement subérisées.

Le phelloderme est peu épais et cellulosique. —

Le liber très développé présente deux zones différentes: a) la zone extérieure, à grandes cellules de

forme régulière, contenant des mâcles d'oxalate de calcium; b) la zone intérieure, à éléments plus petits, rectangulaires disposés en files radiales et dépourvus de cristaux.

Le bois n'ayant subi aucune modification de structure est identique à celui décrit pour le stade précédent.

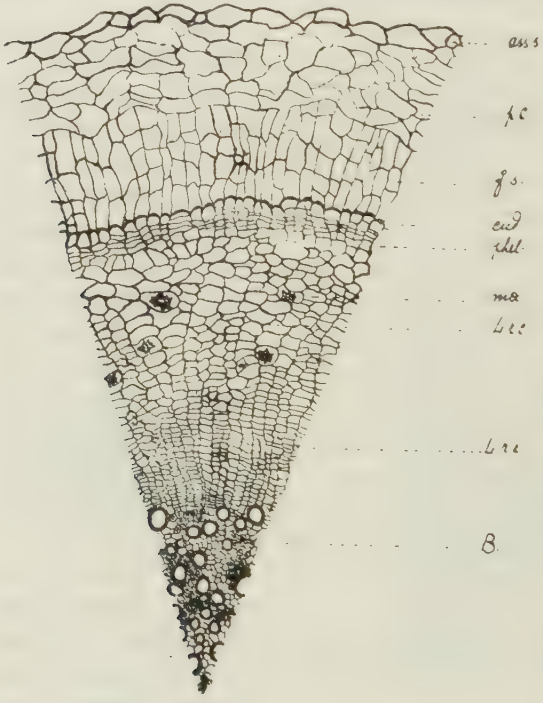

Fig. 37. — *Knautia arvensis*. — Racine ass., s, assise subéreuse; p. c, parenchyme cortical; f. s, tissu donnant le futur suber; end, endoderme; phel, phelloderme; ma, mâcles d'oxalate de calcium; L. r. e, région externe du liber; L. r. i, région interne du liber; B, bois. — Gross. 63.

RHIZOME.

Les rhizomes, bien plus volumineux que les racines sont entourés à l'extérieur par trois ou quatre assises de suber. Au-dessous du suber, on trouve un phelloderme réduit: la grosseur des rhizomes provient du développement considérable du pachyte.

Les éléments constitutifs du liber sont disposés en files radiales régulières. On n'y rencontre pas d'oxalate de calcium. — Un cambium très net sépare le tissu criblé du tissu vasculaire. — La presque totalité du bois est formée de petites cellules à parois cellulosiques, très riches en mâcles d'oxalate de calcium, au milieu desquelles on rencontre, de place en place, des files radiales de vaisseaux.

Le centre est occupé par une moelle à membranes cellulosiques, parfois plus ou moins résorbée.

TIGE.

La tige cueillie au moment de la floraison présente, en coupe transversale, la structure suivante (Fig. 39 et 40):

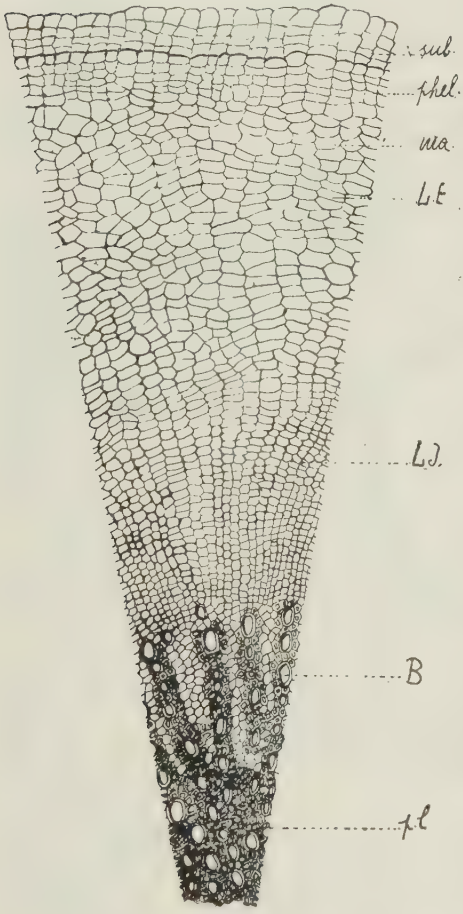

Fig. 38. — *Knautia arvensis*. — Racine âgée. — sub, suber; phel, phelloderme; ma, mâcle; L. E, région externe du liber; L. I, région interne du liber; B, bois; p. l, parenchyme ligneux. — Gross. 65.

Epiderme. — L'épiderme est formé de cellules rectangulaires pourvues d'une cuticule striée et à parois radiales très minces. — On trouve sur l'épiderme trois sortes de poils:

a) des poils sécréteurs à pied unicellulaire et à tête pluricellulaire: généralement quatre cellules réparties sur deux plans superposés. Les cellules sécrétrices contiennent une matière jaunâtre se colorant en rouge par l'orcanette acétique;

b) deux variétés de poils tecteurs unicellulaires; les uns nombreux, courts, à membrane granuleuse et sclérifiée; les autres beaucoup plus rares, insérés sur des éminences constituées par une vingtaine de cellules à membranes épaissies, sont très longs et pourvus de parois épaisses, lisses et fortement sclérifiées. (Fig. 40).

Les stomates sont abondants.

Parenchyme cortical. — Le parenchyme cortical offre deux régions nettement distinctes: a) la région externe formée d'un hypoderme qui double l'épiderme et de deux à trois assises de cellules irrégulières, à parois minces, renfermant des chloroplastides et quelques rares mâcles d'oxalate de calcium; b) la région interne constituée de quatre à cinq assises de cellules arrondies laissant entre elles des méats. (Fig. 40).

L'endoderme est bien caractérisé par ses cellules *amylifères* allongées dans le sens tangentiel, à parois radiales minces, faiblement subérisées. (Fig. 40).

Cylindre central. — Les cellules du péricycle, à membranes habituellement minces et cellulosiques, contiennent en de très nombreux points une substance brune (tanin) qui se colore en noir par le perchlorure de fer. Ces cellules rappellent exactement les éléments sécréteurs signalés par Van Tieghem [66, p. 21] et Grignon [23, p. 41], dans le péricycle de la tige de *Dipsacus sylvestris*. (Voir Tanin, p. 99). (Fig. 40).

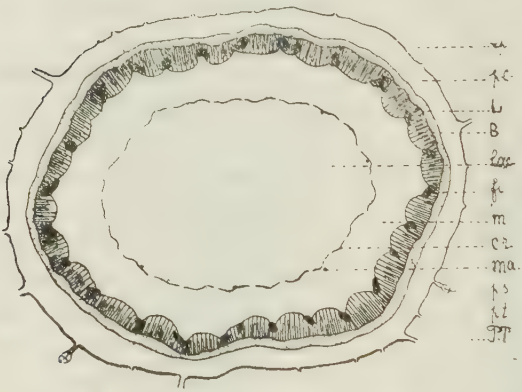

Fig. 39. — *Knautia arvensis*. — Tige. — ép, épiderme; p. c, parenchyme cortical; L, liber; B, bois; lac, lacune; fi, parenchyme ligneux sclérifié; m, moelle; c. r, couche membraniforme; ma, mâcle; p. s, poil sécréteur; p. t, poil tecteur petit; P. T, poil tecteur grand. — Gross. 20.

Le pachyte est continu. Le liber est dépourvu d'éléments sclérifiés. Les vaisseaux du bois secondaire et du bois primaire sont répartis en files radiales, séparés par des rayons médullaires très étroits, dont les éléments sont sclérifiés au niveau du bois secondaire. Les faisceaux du bois primaire sont pourvus d'un parenchyme conjonctif cellulosique et reliés entre eux par du sclérenchyme. (Fig. 40).

Les cellules de la moelle sont rondes et ponctuées, petites et sclérifiées au voisinage du bois, plus grandes, cellulosiques

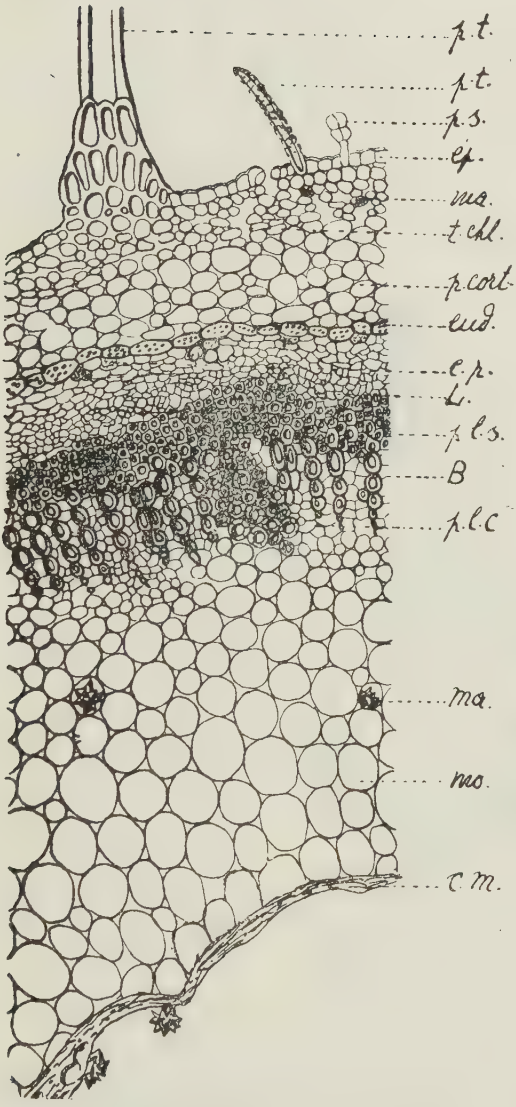

Fig. 40. — *Knautia arvensis*. — Tige. — p. t, poil tecteur; p. t, poil tecteur petit; p. s, poil sécréteur; ép, épiderme; ma, mâcle; t. chl, tissu chlorophyllien; p. cort, parenchyme cortical; end, endoderme contenant de l'amidon; c. p, cellules péricycliques contenant du tanin; L, liber; B, bois; p. l. c, parenchyme ligneux cellulosique; p. l. s, parenchyme ligneux sclérifié; ma, mâcle; mo, moelle; c. m, couche membraniforme. — Gross. 105.

et renfermant des mâcles d'oxalate de calcium dans la région centrale. La moelle fistuleuse est limitée intérieurement par une couche membraniforme contenant de nombreuses mâcles d'oxalate de calcium. (Fig. 40).

FEUILLE.

Epidermes. — Les épidermes inférieur et supérieur de la feuille possèdent: 1) une cuticule striée; 2) des stomates, plus abondants à la face inférieure qu'à la face supérieure; 3) des poils sécréteurs et tecteurs semblables à ceux que nous avons signalés pour l'épiderme de la tige (Fig. 41 et 42).

Mésophylle. — Le mésophylle est hétérogène bifacial. Le tissu palissadique est formé d'une seule assise de cellules riches en chloroplastides. Le parenchyme la-

cuneux est constitué par cinq à six assises cellulaires à parois minces, renfermant comme les cellules du tissu palissadique de grosses mâcles d'oxalate de calcium.

Nervure médiane. — La nervure médiane est fortement proéminente à la face inférieure et concave du côté supérieur. Sa section transversale est triangulaire. (Fig. 41 et 42).

Les deux épidermes y sont renforcés par un hypoderme collenchymateux interrompu au niveau des stomates et remplacé dans le plan de symétrie, par un massif de collenchyme angulaire.

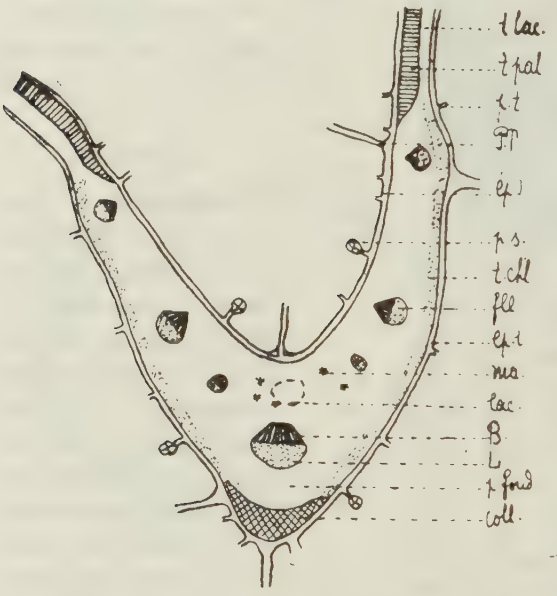

Fig. 41. — *Knautia arvensis*. — Feuille âgée. — t. lac, tissu lacuneux; t. pal, tissu palissadique; p. t, poil tecteur; P. T, poil tecteur grand; ép. s, épiderme supérieur; p. s, poil sécréteur; t. chl, tissu chorophyllien; fll, faisceau; ép. i, épiderme inférieur; ma, mâcle; lac, lacune; B, bois; L, liber; p. fond, parenchyme fondamental; coll, collenchyme. — Gross. 19.

Le parenchyme fondamental de la nervure est à grands éléments arrondis, polyédriques du côté supérieur. Ce parenchyme où abondent des mâcles d'oxalate de calcium se résorbe au-dessus du faisceau médian, du moins dans les feuilles âgées, donnant ainsi naissance à une lacune.

Les faisceaux libéro-ligneux sont disposés en V. Leur nombre est variable: il y a trois ou cinq gros faisceaux ordinairement séparés par des faisceaux plus petits: le faisceau médian étant plus développé que les faisceaux latéraux. Chacun d'eux est pourvu d'un endoderme dont les cellules sont remplies *d'amidon*. (Fig. 42).

Le péricycle, dépourvu d'éléments sclérifiés, possède des *cellules sécrétrices renfermant du tanin.*

Le liber est séparé du bois par une zone génératrice secondaire très nette.

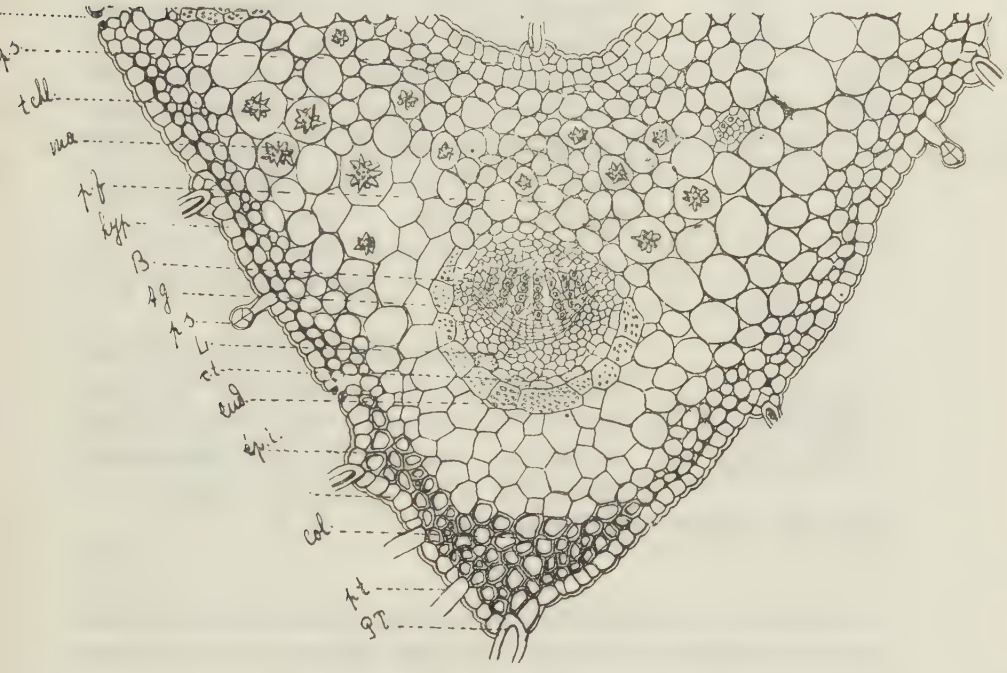

Fig. 42. — *Knautia arvensis.* — Feuille jeune. — st, stomate; ép. s, épiderme supérieur; t. chl, tissu chlorophyllien; ma, mâcle; p. f, parenchyme fondamental; hyp, hypoderme; B, bois; A. G, assise génératrice; p. s, poil sécréteur; L. liber; p. t, poil tecteur petit; P. T, poil tecteur grand; ép. i, épiderme inférieur; c. t, cellules sécrétrices à tanin du péricycle; end, endoderme; col, collenchyme; Gross. 62.

Le bois est constitué par des files radiales de vaisseaux divisées par des rayons médullaires étroits formés, chacun, d'une seule série de cellules. Le parenchyme conjonctif du bois secondaire est sclérifié. Le bois primaire diffère du bois secondaire par l'absence de sclérification.

Genre: Morina. L.

Type choisi: *Morina longifolia. L.*

RACINE.

Une racine âgée présente les caractères anatomiques suivants: L'assise génératrice subéro-phellodermique produit un périderme analogue à celui décrit plus haut pour la racine de *Knautia arvensis.* Ce périderme est constitué par un suber de faible développement, à membranes légèrement subérisées, et par un phelloderme étroit, à éléments allongés en files radiales.

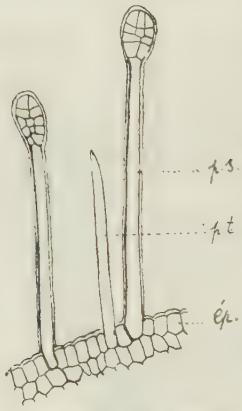

Fig. 43. — *Morina longifolia.* — p. s, poil sécréteur; p. t, poil tecteur; ép, épiderme. — Gross. 125.

Le parenchyme cortical renferme de nombreuses mâcles d'oxalate de calcium.

Le liber est très développé, entièrement cellulosique et oxalifère. Les bois secondaire et primaire ne présentent rien de spécial. Les rayons médullaires sont étroits; le tissu conjonctif ligneux est tantôt cellulosique tantôt sclérifié.

TIGE.

Ecorce. — L'épiderme, revêtu d'une cuticule striée, porte des poils sécréteurs et deux variétés de poils tecteurs. Ces derniers sont identiques, quant à leur forme et à la nature chimique de leurs membranes, à ceux décrits pour la tige de *Knautia arvensis.* Toutefois, ici, les émergences épidermiques sur lesquelles sont insérés les longs poils ne sont formées que par deux ou trois cellules épidermiques. Les poils sécréteurs, au contraire, diffèrent de ceux de *Knautia arvensis* par leur pied beaucoup plus long, par le nombre plus élevé des cellules qui constituent la tête et par la disposition de ces cellules sur quatre plans superposés (Fig. 43). Les stomates sont nombreux.

Sous l'épiderme s'étale une couche collenchymateuse.

Le parenchyme cortical est formé de cellules arrondies, à parois minces et cellulosiques, laissant entre elles des méats.

L'endoderme est peu différencié.

Cylindre central. — Les cellules du péricycle (1) sont polyédriques et assez grandes. Le pachyte est continu. La moelle est abondante et fistuleuse.

FEUILLE.

Epidermes. — La cuticule des cellules épidermiques est striée. Sur les deux épidermes on constate l'absence de poils tecteurs; mais on y rencontre quelques poils sécréteurs logés dans une petite dépression, sessiles, à tête pluricellulaire et de forme ovoïde. Les stomates existent sur les deux faces de la feuille.

Limbe. — Le limbe est hétérogène asymétrique: le tissu palissadique comprend trois assises; le tissu lacuneux se compose de huit assises de cellules. L'oxalate de calcium sous forme de mâcles est très fréquent.

Nervure médiane. — La nervure médiane est concave à la face supérieure et très fortement convexe à la face inférieure de la feuille.

Les deux épidermes y sont doublés par un hypoderme.

Au-dessous de ces deux hypodermes s'étend, des deux côtés du plan de symétrie de la nervure, une zone de collenchyme.

Le nombre des gros faisceaux libéro-ligneux est de cinq à sept. Il n'est pas rare de rencontrer entre ces gros faisceaux, un ou plusieurs faisceaux très petits.

Chacun de ces faisceaux est pourvu d'un endoderme renfermant de *l'amidon*. Le péricycle est à éléments polyédriques. Le bois et le liber ont la même structure que chez *Knautia arvensis*.

Le parenchyme fondamental, formé de grandes cellules arrondies et riche en mâcles d'oxalate de calcium, se résorbe entre les faisceaux pour former plusieurs lacunes.

---

1) Nous n'avons pas pu caractériser, ici, les cellules sécrétrices à tanin; mais n'ayant pas eu à notre disposition des tiges fraîches, nous ne pouvons pas affirmer l'absence de ces éléments.

Genre : Cephalaria. Schrad.

Type choisi: *Cephalaria tatarica.* (Gmel.) Schrad.

RACINE.

L'étude de la racine à plusieurs stades nous a montré les faits suivants: 1) L'assise génératrice libéro-ligneuse secondaire engendre de très bonne heure un pachyte continu. 2) L'accroissement en épaisseur de la racine est dû au développement du bois secondaire et surtout du liber secondaire qui, dépourvu d'oxalate de calcium à l'état jeune, présente ensuite des mâcles nombreuses. 3) L'assise génératrice subéro-phellodermique ne fonctionne que très tard. 4) Ici, comme chez *Knautia arvensis*, ce sont les cellules endodermiques qui jouent le rôle d'assise génératrice secondaire externe, mais le suber diffère par sa structure de celui de *Knautia arvensis.* Chez *Cephalaria* ce tissu est formé de cellules non allongées dans le sens radial et non cloisonnées tangentiellement. La subérisation est peu intense, et l'exfoliation du parenchyme cortical primaire et de l'assise subéreuse n'a lieu que tardivement.

Racine agée. — Une zone subéreuse peu épaisse protège la racine à l'extérieur. Au-dessous s'étend le phelloderme formé de quatre à cinq assises d'éléments allongés tangentiellement, disposés en files radiales, à membranes cellulosiques. Le liber, très développé, entièrement mou, est divisé par des rayons médullaires très riches en mâcles d'oxalate de calcium. Le bois secondaire offre une structure analogue à celui de *Knautia arvensis.* Les faisceaux du bois primaire situés dans la partie centrale de la racine, sont comprimés par le bois secondaire et, de ce fait, peu visibles.

RHIZOME.

Le rhizome, très volumineux, est entouré d'un suber peu épais, à parois très minces, d'origine sous-épidermique. Le phelloderme est réduit. Le parenchyme cortical est peu déve-

loppé et riche en mâcles d'oxalate de calcium. Le liber est très étendu et rempli d'oxalate de calcium en forme de mâcles. Les vaisseaux du bois sont placés en files radiales. — Le parenchyme ligneux secondaire est presque totalement cellulosique. La moelle, très abondante, résorbée au centre, est constituée par des cellules arrondies, laissant entre elles des méats. L'oxalate de calcium en mâcles est répandu dans tous les tissus, excepté le suber. —

TIGE.

Ecorce. — L'épiderme est formé de cellules allongées dans le sens tangentiel et recouvertes d'une mince cuticule. Les stomates sont abondants. On trouve des poils glanduleux, à pied court et à tête massive constituée par deux plans superposés de cellules. On remarque aussi, sur des émergences de l'épiderme, quelques rares poils tecteurs unicellulaires, à membranes fortement épaissies lignifiées et granuleuses, s'atténuant de la base au sommet.

Un hypoderme, comprenant une ou deux assises de cellules allongées tangentiellement et à parois tangentielles épaissies, double l'épiderme. Interrompu au niveau des stomates, cet hypoderme est remplacé, en face de faisceaux libéro-ligneux primaires, par un large tissu collenchymateux qui s'étend de l'épiderme à l'endoderme.

Entre ces amas de collenchyme, le parenchyme cortical présente, dans sa partie externe: un parenchyme chlorophyllien constitué par quatre à cinq assises de cellules à parois minces arrondies, laissant entre elles des méats, et renfermant des mâcles d'oxalate de calcium. La région interne est formée de sept à huit assises de cellules beaucoup plus grandes, à membranes plus épaisses, contenant également de l'oxalate de calcium en mâcles.

L'endoderme est caractérisé par de grandes cellules, à membranes minces et à parois radiales légèrement subérisées, remplies de *grains d'amidon*.

Cylindre central. — Les éléments du péricycle, assez

grands et polyédriques, alternent avec ceux de l'endoderme. On y rencontre aussi des *cellules sécrétrices à tanin.*

Le pachyte est continu et sinueux. La structure du bois et du liber est identique à celle décrite pour *Knautia arvensis.*

La moelle est fistuleuse et oxalifère.

FEUILLE.

Epidermes. — Les deux épidermes de la feuille sont formés par des cellules petites, à parois radiales minces, et à membranes externes et internes épaissies. La cuticule est striée. Les épidermes inférieur et supérieur portent des poils sécréteurs et tecteurs de mêmes forme et grandeur que ceux décrits plus haut pour la tige.

Les stomates se trouvent sur les deux épidermes.

Limbe. — Le parenchyme foliaire est hétérogène bifacial, à tissu palissadique formé de deux assises; le tissu lacuneux comprend cinq à six assises de cellules. Partout on rencontre de nombreuses mâcles d'oxalate de calcium.

Nervure médiane. La nervure médiane faiblement proéminente du côté ventral, l'est fortement du côté dorsal.

Une assise de cellules collenchymateuses double les épidermes supérieur et inférieur de la nervure, sauf au voisinage du plan de symétrie où l'on trouve un massif de collenchyme, tant à la face supérieure qu'à la face inférieure.

Le parenchyme fondamental de la nervure est formé par de grandes cellules, circulaires et oxalifères. Au-dessus du faisceau médian de la nervure, ce parenchyme est résorbé et donne une lacune ventrale.

L'appareil conducteur comprend cinq faisceaux libéro-ligneux disposés en arc. Tous les faisceaux sont pourvus d'un endoderme *amylifère,* et d'un péricycle présentant des cellules *sécrétrices à tanin.* Les vaisseaux du bois, répartis en files radiales, sont séparés par des rayons médullaires formés d'une ou de deux séries de cellules.

Genre : Dipsacus. L.

Type choisi: *Dipsacus sylvestris.* L.

RACINE.

Dans la racine de *Dipsacus sylvestris,* le parenchyme cortical primaire et l'assise subéreuse sont exfoliés de bonne heure. Ainsi, des racines de faible diamètre sont limitées extérieurement par du suber formé ordinairement de trois assises de cellules superposées radialement et nettement subérisées. Dans les grosses racines, le suber a également cette structure.

Le phelloderme est peu développé.

Le liber est d'une étendue notable, et est divisé par des rayons médullaires qui referment dans leur région externe surtout, des mâcles d'oxalate de calcium.

Le bois secondaire des très grosses racines est souvent abondant et présente fréquemment un tissu conjonctif presque entièrement cellulosique.

TIGE.

Ecorce. — L'épiderme, à membranes internes et extérieures épaissies, revêtu d'une cuticule, porte des poils tecteurs et sécréteurs de même structure que la tige de *Cephalaria tatarica.*

L'hypoderme fait place, en face des faisceaux libéro-ligneux primaires, à des amas de collenchyme.

L'endoderme est formé de cellules étendues dans le sens tangentiel et contenant de *l'amidon.* Parfois, on constate aussi la présence d'amidon, dans l'assise du parenchyme cortical voisine de l'endoderme.

Cylindre central. — Le péricycle est net, à éléments très grands, parmi lesquels figurent des *cellules sécrétrices à tanin.* La présence de ces cellules a été notée antérieurement par

Van Tieghem [66] et Grignon [23]. Les tissus libérien et ligneux secondaires forment un anneau continu et sinueux.

La moelle renferme de l'oxalate de calcium en mâcles et est résorbée dans la partie centrale.

FEUILLE.

Epidermes. — Les cellules des deux épidermes ont des membranes radiales très minces et des parois externes et internes épaissies. Les deux épidermes portent des poils sécréteurs analogues à ceux décrits chez *Knautia arv.* et des stomates. Toutefois, l'épiderme inférieur seul en possède, au niveau de la nervure médiane. Sur le pétiole, on rencontre aussi des poils tecteurs insérés sur des émergences épidermiques, présentant la même forme que ceux déjà décrits à propos de la tige.

Limbe. — Le mésophylle est hétérogène bifacial. Au-dessous de l'épiderme supérieur s'étend le tissu palissadique, constitué par trois assises cellulaires. Le tissu fortement lacuneux sous-jacent, est formé d'environ de cinq assises de cellules.

Nervure médiane. — La nervure médiane est fortement saillante à la face dorsale. La coupe transversale est triangulaire.

Les deux épidermes sont accompagnés d'un hypoderme collenchymateux.

Le parenchyme fondamental de la nervure, composé d'éléments oxalifères polyédriques et à parois minces, se résorbe au-dessous du bois du faisceau médian et donne naissance à une lacune.

Le nombre des faisceaux principaux est généralement de cinq, auxquels s'intercalent des faiseaux plus petits. Tous les faisceaux sont limités par un endoderme riche en *amidon*, et par un péricycle mou. Quelques cellules péricycliques sont *tannifères* [66] et [23].

Genre: Pterocephalus. L.

Type choisi: *Pterocephalus multiflorus* L.

RACINE.

La structure histologique de la racine rappelle exactement celle décrite déjà pour *Knautia arvensis*.

TIGE.

Ecorce. — L'épiderme, à cuticule épaisse, porte, outre de nombreux stomates, des poils tecteurs longs et des poils tecteurs courts, semblables à ceux décrits pour la tige de *Knautia arvensis*. Les poils sécréteurs existent aussi, et sont caractérisés par leur pied bicellulaire et par leur tête pluricellulaire présentant un étranglement transversal au milieu.

Un hypoderme accompagne l'épiderme.

Le parenchyme cortical, peu développé, est formé de cinq à six assises cellulaires.

Les grandes cellules polyédriques de l'endoderme présentent des parois radiales subérisées et sont dépourvues, généralement d'amidon.

Cylindre central. — Dans le péricycle, sont localisées de rares *cellules sécrétrices à tanin*.

Le bois et le liber forment un anneau continu.

La moelle fistuleuse contient, dans la plupart de ses cellules, des *grains d'amidon*.

FEUILLE.

Epidermes. — Les poils tecteurs insérés sur les deux épidermes sont unicellulaires, pointus et à membranes lignifiées. Il y a deux sortes de poils glanduleux: a) les uns, identiques à ceux de la tige, à pied long, bicellulaire, à tête étranglée au milieu et formée de deux plans de cellules sécrétrices;

b) les autres, à pied plus court, unicellulaire et à tête pluricellulaire de forme ovoïde.

Limbe. — Le mésophylle comprend trois assises de cellules palissadiques, et un tissu lacuneux se composant de quatre à cinq assises d'éléments. Dans toutes les régions du limbe, l'oxalate de calcium en mâcles est fréquent.

Nervure médiane. — La nervure médiane est peu saillante à la face inférieure. Elle possède habituellement trois faisceaux libéro-ligneux entourés, chacun, par un endoderme *amylifère*. Le péricycle renfermant des *cellules sécrétrices à tanin* offre le faciès ordinaire des feuilles décrites précédemment. Le parenchyme fondamental, beaucoup moins volumineux, ne se résorbe en général pas, et, est caractérisé par l'absence de lacunes.

Genre : Scabiosa. L.

Type choisi: *Scabiosa ucranica*. L.

RACINE.

Ecorce. — L'écorce est formée d'un suber peu abondant et d'un phelloderme sans caractères particuliers.

Cylindre central. — Le cylindre central de cette racine présente la structure des racines de *Knautia arvensis*, *Cephalaria tatarica*.

Le liber, assez développé, est entièrement mou et contient des mâcles d'oxalate de calcium.

Les vaisseaux du bois, disposés en files radiales, sont réunis entre eux par du parenchyme ligneux, tantôt cellulosique, tantôt lignifié:

Les rayons médullaires sont étroits.

Variations. — L'étude de la racine de quelques autres espèces appartenant au même genre, telles que *Sc. caucasica* M. B. et *Sc. graminifolia*. L., nous a montré une structure histologique analogue à celle de *Sc. ucranica*. — Cependant, la racine de *Sc. maritima* L. s'en distingue par son liber extrêmement réduit, et par son bois fortement sclérifié et très déve-

loppé, formant sensiblement les 9/10e du volume total de la racine,

TIGE.

La tige de *Sc. ucranica* présente des caractères anatomiques semblables à ceux de la tige de *Knautia arv.* sauf en ce qui concerne le parenchyme cortical qui est plus réduit et n'est formé que de cinq à six assises cellulaires.

Variations. — La structure des tiges de *Sc caucasica* et de *Sc. graminifolia* est la même que la précédente, sauf pour le parenchyme cortical, qui est plus développé dans ces deux tiges, et est collenchymateux dans sa partie externe.

Sur la tige de *Sc. maritima,* on observe, outre les deux sortes de poils tecteurs décrits à propos de la tige de *Knautia arv.,* des poils sécréteurs à pied bicellulaire, à tête pluricellulaire présentant un étranglement à l'équateur, identiques à ceux de la tige de *Pterocephalus multiflorus.* De plus, l'endoderme est parfois, dépourvu *d'amidon.* Les *cellules tannifères* du péricycle sont rares et petites. La moelle est *amylifère.*

FEUILLE.

La structure de la feuille se rapproche de celle décrite pour *Knautia arv.,* avec cette différence que, pour aucune des quatre espèces étudiées (*Sc. ucranica, Sc. caucasica, Sc. graminifolia, Sc. maritima*), on ne rencontre de lacune dans la nervure médiane.

Les nervures sont peu proéminentes du côté inférieur et le parenchyme fondamental est plus réduit que chez *Knautia arvensis.*

Les épidermes des feuilles portent toujours les mêmes poils que les tiges respectives. L'endoderme renferme de l'*amidon.* Les *cellules sécrétrices à tanin* du péricycle sont petites et peu nombreuses.

CINQUIÈME PARTIE.

Identification et dosage des matières de réserve et des produits de sécrétion.

I. Protides.

A. — ALEURONE.

Dans tous les fruits étudiés précédemment, nous avons constaté l'abondance de grains d'aleurone, localisés dans l'albumen et les cotylédons. La masse fondamentale de ces grains renferme, comme enclaves, soit un seul cristalloïde volumineux, soit deux ou trois cristalloïdes dont un plus grand.

Les méthodes que nous avons employées pour déceler et caractériser les grains d'aleurone sont les suivantes:

1) **Fixation des grains d'aleurone par le Sublimé alcoolique.** — Les coupes sont placées pendant 30 minutes dans une solution alcoolique de bichlorure de mercure à 2%. Le séjour dans ce réactif rend les grains d'aleurone insolubles dans l'eau et plus visibles. On lave à l'alcool à 60° et on monte en glycérine.

2) **Coloration par l'alcool iodé.** — Les préparations traitées par une solution alcoolique d'iode, lavées à l'alcool à 60° et montées en glycérine, montrent la masse fondamentale et les cristalloïdes des grains d'aleurone colorés en jaune.

Les cristalloïdes sont ainsi, peu visibles, car leur indice de réfraction est très voisin de celui de la masse fondamentale. Aussi, avons-nous fait appel aux deux réactions de KRASSER [34] pour obtenir de très bonnes préparations. Ces deux réactions nous ont donné d'excellents résultats et nous les avons préférées à celles indiquées par STRASBURGER [60].

Reaction A. — ACIDE PICRIQUE. — EOSINE.

Les grains d'aleurone sont fixés, pendant 2 à 3 heures, par

une solution alcoolique (alcool absolu) et saturée d'acide picrique. Puis, on les lave à l'alcool absolu, et on les traite, pendant quelques minutes, par une solution d'éosine dans l'alcool absolu. Enfin, les coupes, après un nouveau lavage à l'alcool absolu, sont éclaircies à l'essence de girofle et montées dans le baume du Canada.

La substance fondamentale est colorée en rouge, les cristalloïdes en jaune, tandis que les globoïdes restent incolores et peu visibles.

Réaction B. — ACIDE PICRIQUE. — NIGROSINE.

On dissout, à saturation, de la nigrosine, dans un solution saturée d'acide picrique dans l'alcool absolu. On fait séjourner des coupes dans ce réactif, jusqu'à ce que la masse fondamentale présente, après lavage à l'alcool absolu, une coloration bleue. — A ce moment, on lave les coupes à l'alcool absolu; on les éclaircit à l'essence de girofle, puis on monte comme précédemment.

La masse fondamentale est colorée en bleu, les cristalloïdes en jaune-vert, les globoïdes restent incolores.

Nous avons préféré ces deux méthodes de KRASSER à la méthode indiquée par OVERTON [49], qui consiste à dégraisser complètement les coupes par l'alcool absolu (l'auteur indique cette méthode pour la graine de Ricin), et à les traiter par une solution étendue de tanin pendant 10 minutes. Puis, après lavage complet à l'eau, on plonge les coupes dans une solution d'acide osmique à 2%. Les cristalloïdes sont colorés en brun. Cette méthode nous a rendu peu de service; car il est très long et difficile d'enlever toute trace d'huile des cotylédons et de l'albumen des fruits des Dipsacées.

B. — DOSAGE DE L'AZOTE TOTAL DANS LE FRUIT DE DIPSACUS SYLVESTRIS.

Comme l'étude chimique des fruits des Dipsacées a été complètement négligée jusqu'à nos jours, il nous a semblé intéressant et utile de déterminer le pourcentage d'azote, en prenant comme exemple le fruit de *Dipsacus sylvestris*.

Les chiffres trouvés se rapportent aux fruits, cueillis à la maturité, et entourés de l'involucelle difficilement séparable.

1. — **Destruction de la matière organique.**

Nous avons appliqué la méthode de Sörensen [58 et 59] qui consiste à attaquer dans un matras la substance organique par 10 cm³ d'acide sulfurique concentré à chaud, en présence d'un cristal de sulfate de cuivre, agissant comme catalyseur, pour transformer tout l'azote organique en sulfate d'ammoniaque. — On chauffe jusqu'à ce que la liqueur soit limpide et présente une faible coloration verdâtre, puis on porte au volume de 100 cm³ par addition d'eau distillée provenant du lavage du matras.

2. — **Microdosage de l'Azote total.**

Pour doser l'azote dans la solution de sulfate d'ammoniaque obtenue, nous avons utilisé l'appareil de Pregl perfectionné par Parnas et Wagner [48].

10 cm³ de la solution de sulfate d'ammoniaque sont introduits dans l'appareil. On libère l'ammoniaque par un excès d'une solution de potasse caustique à 36° Baumé, et on l'entraîne par un courant de vapeur d'eau pendant plusieurs minutes. L'ammoniaque dégagé est recueilli dans 10 cm³ d'acide sulfurique N/70.

Après avoir chauffé préalablement le vase contenant l'acide sulfurique, afin de chasser l'anhydride carbonique qui pourrait fausser le résultat, on titre par retour en se servant de la soude N/70 en présence de Rouge de méthyle (en solution: 0,02 gr. dans 100 cm³ d'alcool à 90°, comme indicateur). 1 cm³ d'acide sulfurique N/70 correspond à 0 milligr. 2 d'azote.

Résultat. — Plusieurs dosages effectués sur 0,2 gr., 0,3 gr., et 0,5 gr. de fruits secs entourés de l'involucelle, nous ont donné en moyenne, 3,8 gr. d'azote total pour 100 gr. de fruits secs. — Ce qui, exprimé en matières albuminoïdes, donne 23 gr. 75 %.

II. Lipides.

A. RECHERCHES MICROCHIMIQUES DES LIPIDES.

Pour tous les fruits décrits dans la seconde et la troisième partie, nous avons pu mettre en évidence la présence d'huile, sous forme de fines gouttelettes sphériques et réfringentes. L'huile est localisée dans l'embryon et l'albumen.

Comme il n'existe, à l'heure actuelle, aucune méthode microchimique permettant d'identifier les nombreux corps gras qui existent dans les cellules végétales, nous avons dû nous contenter de faire appel aux réactions générales des lipides, pour démontrer leur présence.

1. — Solubilités.

Les gouttelettes d'huile trouvées dans la graine sont insolubles dans l'eau, même chaude, solubles, au contraire, dans l'éther, le chloroforme, l'éther de pétrole, l'acétone etc...

2. — Réactions de Coloration.

Dans une seconde série de réactions, nous avons mis à profit les réactions de coloration offertes par les corps gras, qui toutes ont été positives:

a) Coloration a l'orcanette au chloral.

Les coupes traitées par ce réactif nous montrent de très fines gouttelettes colorées en rouge.

Nous avons préféré l'orcanette au chloral, à l'oranette dissoute dans l'alcool absolu parce qu'elle ne donne pas de précipité, malgré l'évaporation lente de l'alcool: le chloral retenant en dissolution la matière colorante.

Ce réactif n'est pas spécifique des corps gras, car il colore également les résines et les essences.

b) Acide osmique.

Les préparations colorées pendant 5 minutes par une solution aqueuse à 0,1 gr. % d'acide osmique, puis lavées à l'alcool, se colorent en brun noir par suite de la réduction de l'acide osmique à l'état d'osmium métallique noir par les corps gras.

Cette coloration n'est pas spéciale aux corps gras, puisque d'autres substances telles que certains tanins et les essences réduisent également l'acide osmique.

c) Sudan iii.

Une solution chloralée de Sudan III colore les gouttelettes d'huile en rouge.

Cette réaction n'est pas non plus spéciale aux corps gras.

d) Réaction de Molisch.

Cette réaction est basée sur la saponification des corps gras par les alcalis. Les coupes sont montées entre lame et lamelle, dans un mélange constitué par parties égales de solu-

tions aqueuses et concentrées de potasse et d'ammoniaque, et abandonnées à elles-mêmes pendent plusieurs jours dans un milieu humide. Après quelques jours les globules huileux sont transformés en cristaux (sels potassiques et ammoniacaux d'acides gras). Quelquefois, les cristaux sont peu nets et les gouttelettes d'huile paraissent ne pas avoir modifié leur forme. Néanmoins en les examinant au microscope polarisant, on constate qu'elles sont formées de petits cristaux présentant le phénomène de la croix noire. [46].

B. — DOSAGE DES LIPIDES.

L'examen microscopique nous ayant montré la présence d'huile en assez grande quantité, il nous a semblé intéressant de doser la quantité de lipides renfermés dans les fruits.

Nous avons pris, comme exemple, le fruit de *Dipsacus sylvestris*, cueilli à la maturité et entouré de l'involucelle, car la séparation de ce dernier organe est presque impossible.

Comme méthode d'extraction, nous avons choisi la technique de Schimidzu et l'emploi de l'appareil de Kumagava et Suto qui, d'après les travaux antérieurs d'Inaba, [29], Terroine [63], Lobstein [44] et ses élèves [27 et 33], constitue la méthode la plus parfaite pour l'extraction des lipides dans les tissus animaux et végétaux.

Mode opératoire.

Extraction à l'alcool. — 10 gr. de fruits concassés sont épuisés par l'alcool à 95° pendant 8 heures. Après refroidissement, le liquide d'extraction est versé dans un ballon de 500 cc., et l'alcool éliminé par distillation au B. M., sous pression réduite et à basse température.

Saponification. — [1]) Après l'évaporation de l'alcool, on verse dans le ballon contenant les lipides, 50 cm³ de Potasse caustique à 40%, et quelques cm³ d'alcool pour éviter la mousse. On adapte à ce ballon un réfrigérant à reflux, et on chauffe pendant 2 heures au B. M. On laisse refroidir un quart d'heure.

I. — **Dosage de l'Insaponifiable.** — La solution alcaline alcoolique, contenant les acides gras à l'état de savons et l'insa-

[1]) Lemeland [39].

ponifiable, est versée dans une ampoule à décantation. Le ballon est soigneusement rincé par l'alcool à 50°. L'extraction de l'insaponifiable est faite en 3 fois, avec de l'éther de pétrole à point d'ébullition compris entre 50° et 70°: en utilisant successivement 100, 50 et 50 cm³ de ce solvant. On agite chaque fois et, après parfaite séparation, on soutire la portion alcoolique. L'éther de pétrole renfermant l'insaponifiable est recueilli sur de l'eau dans une autre ampoule à décantation. On lave avec 70 cm³ d'eau alcaline, et on ajoute cette eau à la solution hydroalcoolique, sur laquelle on opérera l'extraction des acides gras. (Voir p. 98).

La solution étherée renfermant l'insaponifiable est mise dans un ballon de 500 cm³. On distille l'éther au B. M. électrique sous pression réduite. Pour chasser autant que possible toute l'eau, on termine l'évaporation en plongeant complètement le ballon dans le B. M., et en y faisant le vide. Le résidu restant dans ce ballon est reprise par 5 à 10 cm³ d'éther de pétrole sec, distillant au-dessous de 50°, qui dissout seulement les graisses. On laisse reposer pendant 12 heures, pour laisser déposer les impuretés, puis on filtre sur filtre à sable. On lave 3 fois le ballon à l'éther de pétrole, (distillant au-dessous de 50°). On recueille le filtrat dans un soxhlet de 50 cm³ taré au préalable, qui ne devra être rempli qu'à moitié pour éviter que, pendant la distillation, le liquide arrive en contact avec le bouchon. On distille l'éther au B. M. électrique, et on sèche dans la cloche à vide, vers 50°, jusqu'à poids constant. On pèse.

Résultat: Dans 10 gr. de fruit nous avons trouvé 0,866 gr. d'Insaponifiable, soit 8,66 %.

Recherches du Phytostérol dans l'Insaponifiable.

Beneck (1862) a découvert dans un certain nombre de graines oléagineuses, une substance analogue à la cholestérine. Des recherches récentes ayant montré la présence fréquente de ce corps, qu'on appelle Phytostérol, dans le règne végétal, nous avons eu l'idée de le rechercher dans l'Insaponifiable.

1) Réaction Hager-Salkowski.

A 2 cm³ de la solution chloroformique de l'Insaponifiable,

on ajoute un volume égal d'acide sulfurique concentré, qu'on fait tomber au fond du tube: la présence de Phytostérol est révélée, par la formation d'un anneau rouge à la surface de séparation des deux liquides.

2) Réaction de Liebermann.

Une partie de l'Insaponifiable est dissoute dans l'anhydride acétique. Après refroidissement, on ajoute une goutte d'acide sulfurique. En présence de Phytostérol, il se produit une coloration rose, puis rouge et bleu-verdâtre.

Ces deux réactions ont été positives.

II. **Dosage des acides gras totaux dans la liqueur saponifiée.**

a) **Mise en liberté des acides gras.** — Dans la solution hydroalcoolique mise de côté après l'extraction de l'Insaponifiable, se trouvent les sels potassiques des acides gras. Ces sels étant insolubles dans l'éther de pétrole, on met en liberté les acides gras en ajoutant de l'acide chlorhydrique jusqu'à réaction acide au tournesol.

b) **Extraction des acides gras.** — Les acides gras se trouvant en liberté dans le liquide, sont extraits dans une ampoule à décantation par trois épuisements à l'éther de pétrole (50 à 70°), comme pour l'extraction de l'Insaponifiable. Les extraits éthérés sont réunis et lavés à l'eau, pour enlever l'acide qui a pu être entraîné; puis l'éther est distillé comme précédemment. Le résidu, constitué par les acides gras, est repris par l'éther de pétrole à point d'ébullition inférieur à 50°. Après un repos de 12 heures, on filtre sur filtre à sable. On lave 3 fois. Le filtrat, recueilli dans un soxhlet taré, est évaporé à sec sous pression réduite au B. M. électrique, puis le résidu est séché dans la cloche à vide vers 50°, jusqu'à poids constant. On pèse.

Résultat. — 10 gr. de fruits fournissent par saponification 1,607 gr. d'acides gras; soit 16,07 gr. d'acides gras pour 100 gr. de fruits.

Les fruits de Dipsacées sont donc très riches en lipides et fournissent, pour *Dipsacus sylvestris:*

1° Insaponifiable	8,66 gr. %	
2° Acides gras totaux après saponification	16,07 gr. %	
Total	24,73 gr. de lipides %	

III. Glucides.

A. — RECHERCHE MICROCHIMIQUE DE L'AMIDON.

Des coupes, traitées par l'eau iodée ne présentent aucun élément coloré en violet. La recherche de ce corps a été négative pour tous les fruits mentionnés dans la seconde et la troisième partie de notre travail.

B. — RECHERCHE MICROCHIMIQUE DES PRODUITS DE SECRETION.

I. Essence et résine. — Nous avons recherché la présence de ces substances au moyen de l'orcanette acétique, dans tous les fruits. Le résultat de nos recherches a été négatif pour tous les fruits.

Dans les poils capités de l'involucelle, nous avons trouvé une matière jaunâtre se colorant en rouge par le réactif employé.

II. Gommes et Mucillage. — La recherche des gommes et mucilages par l'hématoxyline de Delafield a été infructueuse pour tous les fruits.

IV. Tanin.

A. — RECHERCHES MICROCHIMIQUES DU TANIN.

La recherche du tanin dans les fruits a été négative. Mais dans la plupart des tiges et des feuilles étudiées dans la quatrième partie de notre travail, nous avons trouvé des cellules sécrétrices à tanin localisées dans le péricycle.

Les réactions microchimiques qui nous ont permis de caractériser ces cellules à tanin sont les suivantes:

1) **Perchlorure de fer.** — Les coupes traitées par une solution de perchlorure de fer officinal à 1/10 montrent, dans le

péricycle, des cellules à contenu coloré en bleu-noir. Cette réaction n'est pas spécifique des tanins, car les sels de fer précipitent et colorent aussi d'autres substances telles que certains glucosides.

2) **Bichromate de potasse.** — Le bichromate de potasse donne avec les tannoïdes un précipité brun-foncé, insoluble dans un excès de réactif [56].

Des coupes sont placées pendant un ou plusieurs jours dans un solution aqueuse et concentrée de bichromate de Potasse. Après lavage à l'eau, on les monte en glycérine.

3) **Acide osmique.** — Les tannoïdes, grâce à leurs propriétés réductrices, attaquent facilement l'acide osmique. Il en résulte l'apparition d'une couleur brunâtre.

4) **Réactif de Braemer.** — [11]. Le réactif de M. Braemer (Tungstate de soude 1 gr.; acétate de sodium 2 gr. eau distillée 10 cm^3) donne, avec les tanins, un précipité jaune fauve. C'est le réactif de choix pour les tanins. La réaction est instantanée et est très sensible. De plus, ce réactif a l'avantage d'être spécifique des tanins, puisqu'il ne donne aucun précipité avec les matières albuminoïdes, ni avec les substances voisines des tanins, telles que l'acide gallique, l'acide protocatéchique, la catéchine, la pyrocatéchine et le quercitrin. La réaction est empêchée par les acides tartrique et citrique concentrés qui dissolvent les précipités.

B. — DOSAGE DU TANIN.

Nous avons dosé le tanin dans la tige et les feuilles de *Dipsacus sylvestris*. — Nous avons employé la technique d'Eder, indiquée par E. Abderhalden [1].

On épuise à l'ébullition, à trois reprises, par de l'eau distillée, chaque fois pendant une heure. Les liquides d'épuisement sont réunis et filtrés. On les additionne de 30 cm^3 d'une solution d'acétate de cuivre à 3%. Le précipité formé est recueilli sur un filtre pondéral et lavé à l'eau chaude. Le filtrat doit passer vert: preuve de la présence d'un excès de cuivre.

Le précipité séché est calciné dans un creuset taré; puis le produit de calcination est traité par l'acide nitrique. On

calcine de nouveau jusqu'à poids constant et on pèse l'oxyde de cuivre. 1 gr. d'oxyde de cuivre correspond à 1,3061 gr. de tanin.

Résultats. — I. — **Tige.** — Nous avons obtenu 0,084 gr. d'oxyde de cuivre pour 10 gr. de tiges desséchées à 100°, soit: 0,840 gr. pour 100 gr. de tige: ce qui correspond à 1,097 gr. de tanin %.

II. — **Feuilles:** 10 gr. de feuilles desséchées à 100° nous ont donné 0,108 gr. d'oxyde de cuivre, soit 1,08 gr. pour 100 gr. ce qui correspond à 1,41 gr. de tanin %.

CONCLUSIONS.

PISTIL. — FRUIT. — INVOLUCELLE. — Le fruit des Dipsacées est un akène intimement protégé par un involucelle persistant, directement en contact avec le péricarpe. La persistance de cet organe spécial autour du fruit, entraîne une modification profonde du péricarpe et du tégument séminal.

L'étude du développement de l'ovaire en fruit chez Knautia arvensis, nous a montré que la paroi ovarienne et le tégument ovulaire constitués, chacun, aux stades jeunes, par un nombre assez élevé d'assises cellulaires, subissent pendant la maturation une très forte résorption.

En ce qui concerne le péricarpe, le mésocarpe disparaît entièrement; si bien qu'à la maturité persistent, seuls, l'épicarpe et l'endocarpe qui, eux-mêmes, sont souvent désorganisés au point de ne former que deux couches membraniformes, cellulosiques, très minces, au sein desquelles on observe les faisceaux libéro-ligneux et quelques mâcles d'oxalate de calcium, localisés antérieurement dans le mésophylle carpellaire.

Le tégument séminal est réduit, à la maturité, à l'épiderme externe et à une zone membraniforme cellulosique, provenant de la désorganisation des éléments des assises cellulaires internes.

Ces deux organes, péricarpe et tégument séminal sont donc bien caractérisés dans le fruit par une forte résorption et par l'absence d'éléments sclérifiés. Pour ces raisons, le péricarpe et le tégument ne constituent pas, comme dans les akènes normaux dépourvus d'involucelle (*Composées* etc.), des organes de protection de l'amande. La protection de l'amande, dans le fruit de *Knautia arvensis*, échoit à l'involucelle qui enveloppe intimement le fruit, et qui est pourvu de plusieurs assises de fibres.

L'étude comparée de la structure du fruit, dans les divers genres et espèces, conduit à des constatations analogues, sauf pour le genre *Morina*. Chez *Morina*, l'involucelle est formé d'un tissu parenchymateux, lâche, et est *complètement indépendant* du fruit. Ici, le tégument de la graine est encore membraniforme (l'épiderme externe est lui-même désorganisé); mais le péricarpe est large, fortement sclérifié dans sa partie interne, et joue le rôle d'organe protecteur de l'amande.

Cette même étude du fruit nous a permis de fixer les caractères histologiques propres à chaque genre. En dépit de l'homogénéité de la structure anatomique des espèces appartenant à un même genre, nous sommes arrivé, dans bien de cas, à distinguer avec une grande netteté, des éléments certains de différenciation histologique. C'est, de beaucoup, l'involucelle qui offre les meilleurs caractères permettant de différencier les genres et les espèces. Quelquefois, nous avons pu noter des caractères différentiels tirés de la structure du péricarpe; la présence de poils tecteurs sur l'épicarpe caractérise les genres *Knautia*, *Pterocephalus* et *Scabiosa* et les distingue de *Morina*, *Cephalaria*, *Dipsacus* et *Succisa*.

Le polymorphisme des poils sécréteurs et tecteurs indiqué par certains auteurs pour les organes végétatifs se retrouve sur l'involucelle. (Knautia arvensis, Scabiosa plumosa).

L'oxalate de calcium, qu'on rencontre dans l'appareil végétatif exclusivement sous forme de mâcles ,adopte, le plus souvent, dans l'involucelle et dans le fruit, la forme de prismes octaédriques.

Nous avons signalé, en outre, un fait très curieux chez *Knautia arvensis:* l'existence, dans quelques cavités ovariennes, de deux ovules ou graines plus ou moins complètement soudés par leurs téguments, leurs faisceaux et même par leurs albumens.

L'étude microchimique du contenu cellulaire de l'albumen et de l'embryon nous a révélé, chez tous les fruits mentionnés dans la seconde et dans la troisième partie, la présence de grains d'aleurone et de gouttelettes d'huile.

Le dosage de l'azote total et des lipides, dans le fruit de *Dipsacus sylvestris*, nous a permis de constater la forte pro-

portion de ces matières de réserve. Le fruit de *Dipsacus sylvestris* renferme:

23 gr. 75 p. 100 de protides (Azote total = 3 gr. 8%).

24 gr. 73 p. 100 de lipides { Insaponifiable = 8 gr. 66%. Acides gras totaux après saponification = 16 gr. 07%.

La recherche de l'amidon et celle des produits de sécrétion (essence, mucilage, gommes, tanin) dans le fruit lui-même, a été négative pour tous les fruits étudiés. Dans les poils sécréteurs capités de l'involucelle dont nous avons signalé l'existence et le polymorphisme plus haut, nous avons trouvé une matière jaunâtre qui se colore en rouge par l'orcanette acétique.

APPAREIL VEGETATIF. — Par l'étude de la structure de l'appareil végétatif, nous pouvons confirmer, dans leurs grandes lignes, les travaux publiés antérieurement, notamment par Grignon, Vesque et Van Tieghem, et nous avons eu l'occasion d'observer de plus, quelques faits particuliers.

Racine. — 1) Nous avons étudié la genèse du suber dans la racine de *Knautia arvensis* et de *Cephalaria tatarica*, et avons établi qu'il est d'origine endodermique. La formation du suber, chez *Knautia arvensis*, présente la particularité suivante: l'assise génératrice subéro-phellodermique engendre, d'abord, un tissu formé d'éléments allongés radialement, qui se subdivisent ensuite par des cloisonnements tangentiels. — 2) Le suber de toutes les racines est peu développé, et la subérisation de ses membranes cellulaires est faible. — 3) L'accroissement en épaisseur des racines est dû, partiellement, au développement du bois secondaire, mais surtout à celui du liber secondaire, sauf pour la racine de *Scabiosa maritima* où le bois secondaire atteint les 9/10 du volume total de la racine. — 4) Contrairement à l'indication de Grignon, nous n'avons jamais pu caractériser l'amidon dans les racines.

Rhizome. — Le bois secondaire est caractérisé par sa lignification irrégulière et faible.

Tige et Feuille. — 1) L'amidon existe, mais est localisé exclusivement dans l'endoderme, pour la plupart des espèces

étudiées. Chez *Dipsacus sylvestris*, l'amidon se trouve, de plus, dans l'assise cellulaire du parenchyme cortical qui est au contact de l'endoderme. L'endoderme de *Scabiosa maritima* est, exceptionnellement, dépourvu de grains d'amidon, et dans ce cas c'est la moelle qui est amylifère. — 2) Nous avons pu montrer la présence de cellules sécrétrices à tanin dans le péricycle de la tige et de la feuille (en dehors de *Dipsacus sylvestris* où ces éléments ont été signalés par Grignon et Van Tieghem), dans les espèces examinées appartenant aux genres *Cephalaria, Knautia, Pterocephalus* et *Scabiosa.*

Le dosage du tanin, dans la tige et dans la feuille de *Dipsacus sylvestris,* nous a donné un pourcentage de 1,097 gr. de tanin pour la tige, et de 1,41 gr. pour la feuille.

Vu:
Strasbourg, le 25 mars 1931.
Le Président du Jury
P. Lavialle

Vu et approuvé:
Strasbourg, le 26 mars 1931.
Le Doyen de la Fac. de Pharm.
F. Jadin

Vu et permis d'imprimer:
Strasbourg, le 28 mars 1931.
Le recteur de l'Académie
Président du Conseil de l'Université:
Ch. Pfister.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

[1] Abderhalden (E.). — *Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden.* t. VII, p. 378. Berlin 1913.

[2] Adanson. — *Famille des plantes.* Paris 1763. IIe partie, p. 148.

[3] Baillon. — *Histoire des plantes.* Paris 1880. t. VII, p. 517-532.

[4] Balicka-Iwanowska (G.). — Contribution à l'étude du sac embryonnaire chez certaines Gamopétales. *Flora,* Regensburg, 1899, vol. 86, p. 65-66.

[5] Barthélémy (A.). — Note sur les réservoirs hydrophores des Dipsacus. *Ann. des scienc. nat.* 1879. VIe série, t. VII, p. 340.

[6] Bary (de). — *Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne.* Leipzig 1877, p. 69 et 308.

[7] Belin (P.). — Contribution à la connaissance des deux constituants des Lipides: Element constant et élément variable. *Thèse, Fac. des Sciences de l'Univers. de Strasbourg.* 1926.

[8] Bentham et Hooker. — *Gener. plantar.* Londini. 1873-1876. p. 157.

[9] Bonnier et Leclerc du Sablon. — *Cours de Botanique.* Paris. p. 1130.

[10] Boissier. — *Flora orientalis.* Genève 1875; vol. III. p. 113.

[11] Bræmer (L.). — Un nouveau réactif histo-chimique des tanins. *Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse.* Séance du 23 janvier 1889.

[12] Buchenau. (F.). — Ueber Blütenentwicklung bei den Compositen. — *Bot. Zeitung.* 1872. p. 359-360.

[13] Candolle (de). — *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetalis.* Paris. 1830; p. 643-663.

[14] Candolle (de). — *Géographie botanique raisonnée.* Paris. 1865. p. 149.

[15] Cohn (F.). — Ueber vibrierende Fäden in den Drüsenhaaren von Dipsacus. *Référé in Bot. Zeitung.* 1878. p. 122 et suiv.

[16] Constantin. — Etude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones. *Ann. des Scienc. Nat.* VIe série, Bot.; Paris. 1883. t. 16. p. 145 et suiv.

[17] Coulter. — Mémoire sur les Dipsacées. *Mem. Soc. Phys. Genève.* 1823. vol. II. 2. p. 73.

[18] Darwin. — On the protrusion of protoplasmic filaments from the glandular haids of the common teasel (*Dipsacus sylvestris*).

Quaterly journal of microscopical science. 1877. III. p. 245 et suiv.

[19] Douliot. — Recherches sur le périderme. *Ann. des Scienc. Nat.* VII[e] série, Bot. 1889; t. X. p. 386.

[20] Eichler (A. L.). — *Blütendiagramme.* I. Teil. Leipzig. 1875. p. 278-284.

[21] Endlicher (St.). — *Enchiridon Botanicum.* Viennae. 1841. p. 228 à 230.

[22] Grévillius (A. Y.). — Morphol.-anatomische Studien über die xerophile Phanerogamenvegetation der Insel Oeland. *Bot. Jahrb. für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie.* Vol. 23. 1897. p. 68-70.

[23] Grignon (Eug.). — Etude comparée des caractères anatomiques des Lonicérinées et des Astéroïdées. *Thèse, Ecole sup. de Pharm. de Paris.* 1884.

[24] Guéguen. (F.). — Anatomie comparée du tissu conducteur, du style et du stigmate des Phanérogames. *Thèse de Doct. ès-Sciences nat.* Paris. 1901. p. 120 et suiv.

[25] Guignard (L.). — *Le Jardin Botanique de la faculté de Pharmacie de Paris.* Toulouse 1922. p. 154.

[26] Herbst (A.). — Beiträge zur Kenntnis der Markstrahlen dicotyler Kräuter und Stauden. *Bot. Zentralbl.* 15. Jahrg. Bd. 57. p. 405.

[27] Hesse (P.). — Etude botanique, chimique et pharmacodynamique du Toddalia aculeata. *Thèse de doct. Fac. de Pharm. de Strasbourg.* 1930. p. 58.

[28] Höck (F.). in Engler et Prantl. — *Die natürlichen Pflanzenfamilien.* IV. Teil. 4, p. 182-187.

[29] Inaba. — *Biochem. Zeitschrift.* 1908. t. VII; p. 348.

[30] Jussieu (A. L.). — *Genera Plantar. Paris.* 1789. p. 194-195.

[31] Karsten (H.). — *Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz.* Gera; 1895. p. 630-634.

[32] Kirschleger. — Flore d'Alsace. p. 366-371.

[33] Kovelmann (I.). — Recherches toxicologiques et chimiques sur le Cnestis polyphylla. *Thèse de Doct. Fac. de Pharm. de Strasbourg.* 1929. p. 66.

[34] Krasser (F.). — Neue Methoden z. dauerhaften Präparation d. Aleuron u. seiner Einschlüsse. *Bot. Zentralbl.* 1891. Bd. 48. p. 282.

[35] Lavialle (P.). — Sur le sac embryonnaire des Dipsacées. *Compt. rend. des séanc. de l'Ac. des Sciences.* Paris. 1925. t. 180. p. 1127.

[36] Lavialle (P.). — Sur les antipodes et la région chalazienne de l'ovule des Dipsacées. *Compt. rend. des Séanc. de l'Ac. des Scienc.* Paris. 1925. t. 180. p. 1606 et suiv.

[37] Lavialle (P.). — L'étamine chez *Knautia arvensis*. Coult. *Compt. rend. des séanc. de l'Ac. des Scienc.* Paris. 1931. t. 192. p. 176.

[38] Lavialle (P.). — Contr. à l'étude de l'ovaire des Composées. Bull. Soc. Bot. de France, 14 oct. 1921.

[39] Lavialle (P.) et Klein (W.) — Pistils biovulés et soudure des deux ovules chez Knautia arvensis. *Bull. Soc. Bot. de France*, 1. 77. 1930. p. 593 et suiv.

[40] Lemeland (P.). — Méthode de dosage des acides gras et de l'insaponifiable dans les tissus et humeurs de l'organisme. *Compt. rend. Soc. Biol.* 1922. LXXXVII. p. 500.

[41] Leunis. — *Synopsis der Pflanzenkunde*. Hannover. 1885. p. 749.

[42] Linné (C.). — *Gener. Plantar.* Editio octava. Francfort. 1789. t. I. p. 64-65.

[43] Linné (C.). — *Gener. Plantar.* Editio nona. Göttingen. 1830. t. I. p. 87-88.

[44] Lobstein. — Recherches sur le Bac. tuberculeux. *Thèse, Doct. ès-scienc. Strasbourg.* 1922.

[45] Mœller-Thomas. — *Real-Enzyklopädie der ges. Pharmazie*. Berlin. 1908. Bd. XI. p. 677.

[46] Molisch (H.). — *Mikrochemie der Pflanze*. Jena. 1913. p. 108.

[47] Molliard. — Sur le sort des cellules antipodes chez le Knautia arvenisis. Coult. *Bull. Soc. Bot. de France*. 1895. p. 9 et 10.

[48] Nicloux. — La micro-analyse organique quantitative. *Bull. Soc. Chim. de France*. 1924. t. 35. p. 1041-1067.

[49] Overton (E.). — Beitr. z. Histologie der Characeen. *Bot. Zentralbl.* 1890. Bd. 44. p. 5.

[50] Payer (J.-B.). — *Traité d'organogénie comparée de la fleur*. Paris. 1857. p. 629-631.

[51] Penzig (O.). — in *Atti d. Soc. dei Naturalisti. Modena*. 1884.

[52] Pfitzer (E.). — Ueber die mehrschichtige Epidermis und das Hypoderme. *Jahrb. für wissenschaftliche Bot. Pringsheim*. Vol. 8. 1872. P. 61.

[53] Reinke (J.). — Beiträge zur Anatomie der an Laubblättern besonders an den Zähnen derselben vorkommenden Sekretionsorgane. *Jahrb. für wissensch. Bot.* Bd. X. 1876. p. 151.

[54] Rostock (R.). — Ueber die biologische Bedeutung der Drüsenhaare von *Dipsacus sylvestris*. *Bot. Zeitung*. 1904. Heft I. p. 13-20.

[55] Russel (M. W.). — Influence du climat méditerranéen sur la structure des plantes communes en France. *Ann. des Science. Nat.* VIII[e] série. Bot. t. I. p. 3. 1895.

[56] Sanio (C. I.). — Einige Bemerkungen über den Gerbstoff und seine Verbreitung bei den Holzpflanzen. *Bot. Zeitung*. 1863. p. 17.

[57] Solereder (H.). — *Systematische Anatomie der Dicotyledonen*. Stuttgart. 1899. p. 513-514.

[58] Sörensen et Andersen. — *Zeitschrift f. physiol. Chemie.* 1905. 44. p. 429-460.

[59] Sörensen et Pedersen. — Ueber Kjeldahls Stickstoffbestimmungsmethode. *Zeitschr. f. physiolog. Chemie.* 1903. p. 517.

[60] Strasburger (E.). — *Das Botanische Praktikum.* Jena. 1887. p. 46.

[61] Szabo. — Monographie der Gattung Knautia. *Bot. Jahrb. f. Systematik, Pflanzengeschichte u. Pflanzengeographie.* Leipzig. 1905. p. 389-432.

[62] Tammes. — in Czapek, *Biochemie des Pflanzen.* Vol. III. p. 580.

[63] Terroine (et ses élèves). — *Ann. des Falsifications.* 1927. p. 79.

[64] Tschirsch. — *Handbuch der Pharmakognosie.* Leipzig. 1909. p. 561.

[65] Vaillant. — Ex Coulter, Mémoire sur les Dipsacées. *Mém. Soc. Phys.* Genève. 1823. Vol. II. 2, p. 73.

[66] Van Tieghem. — Second mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes. *Ann. Sc. Nat.* VII[e] série. Bot. t. I. Paris. 1885. p. 21.

[67] Van Tieghem. — *Traité de Botanique.* Paris. p. 1750.

[68] Vesque (J.). — Caractères des principales familles gamopétales tirés de l'anatomie de la feuille. *Ann. Sc. Nat.* VII[e] série. Bot. Paris. 1885. t. I. p. 207.

[69] Wehmer (C.). — *Die Pflanzenstoffe.* Jena. 1911. p. 748.

[70] Wydler (H.). — *Flora.* Regensburg. 1851: p. 249; 1851. p. 586; 1856: p. 39; 1860: p. 497.

[71] Wattiez (N.). — Sur la présence de methylglucoside β dans les feuilles de Scabiosa succisa. L. *Bull. Soc. Chim. biol.* 8. 1925. p. 917.

[72] Wattiez (N.). — Contribution à l'étude biochimique des Dipsacées. *Bull. Soc. Chim. biol.* 1926. t. 8. p. 501.

[73] Bourquelot et Bridel. — Sur un nouveau Glucoside hydrolysable par l'emulsine. *Bull. Soc. Chim. biol.* 2. 1920. p. 119.

TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION. 6

PREMIÈRE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER. — GÉNÉRALITÉS. 11

CHAPITRE II. — HISTORIQUE. 20
I. — Pistil et fruit. 20
II. — Organes végétatifs. 22
III. — Contenu cellulaire. 26

DEUXIÈME PARTIE.

Etude du développement de l'ovaire en fruit chez *Knautia arvensis*. 28
Anomalies chez *Knautia arvensis*. 35
Knautia silvatica. 38

TROISIÈME PARTIE.

Etude comparée de la structure du fruit dans les divers genres et espèces. 39

I. GENRE MORINA. L.
Morina longifolia, L. (WALL.) 39

II. GENRE CEPHALARIA. SCHRAD.
C. tatarica SCHRAD. (type) 42
C. alpina (L.) SCHRAD. 45
C. centauroïdes SCHRAD. 45
C. leucantha (L.) SCHRAD. 46
C. transsylvanica (L.) SCHRAD. 46

III. GENRE DIPSACUS. L.
D. sylvestris L. (MILL.) (type) 46
D. asper WALL. 49
D. ferox LOIS. 50
D. fullonum L. 51
D. laciniatus L. 51
D. pilosus L. 52

IV. GENRE SUCCISA. COULT.
Succisa pratensis. MÖNCH. 52

V. GENRE PTEROCEPHALUS. VAILL.
Pterocephalus multiflorus L. 54

VI. GENRE SCABIOSA. L.
A. Section I. Sclerostemma. KOCH.
Sc. Columbaria L. (type) 56
Sc. ochroleuca L. 60
Sc. plumosa SIBTH et SM. 60
Sc. suaveolens DESF. 61
Sc. tenuis SPRUN. 62
Sc. trinaefolia FRIVALD. 63

B. Section II. Vidua. COULT.
Sc. maritima L. (type) 63
Sc. atropurpurea L. 66
Sc. Bannatica L. K. 66

C. Section III. Asterocephalus. COULT.
Sc. prolifera L. (type) 67
Sc. cretica L. 71
Sc. graminifolia L. 72
Sc. mircrantha DESF. 72
Sc. sicula L. 72
Sc. stellata L. 73
Sc. ucranica L. 73

QUATRIÈME PARTIE.

Etude comparée de la structure de l'appareil végétatif. 74

I. *Knautia arvensis* COULT. 74
II. *Morina longifolia L.* (WALL.) 82
III. *Cephalaria tatarica* (GMEL.) SCHRAD. 84
IV. *Dipsacus sylvestris* L. 87
V. *Pterocephalus multiflorus.* 89
VI. *Scabiosa ucranica,* L. 90
VII. *Scabiosa caucasia* M. B. 90
VIII. *Scabiosa graminifolia* L. 90
IX. *Scabiosa maritima* L. 90

CINQUIÈME PARTIE.

Identification et dosage des matières de réserve et des produits de sécrétion. 92

I. PROTIDES. ....
A. Aleurone. 92
B. Dosage de l'azote total dans le fruit de *Dipsacus sylvestris.* 93

II. LIPIDES.
Recherches microchimiques des lipides. 94
Dosage des lipides dans le fruit de *Dipsacus sylvestris.* 96
I. Dosage de l'insaponifiable. 96
Recherche du Phytostérol. 97
II. Dosage des acides gras totaux. 98

III. GLUCIDES.
A. Recherche de l'amidon. 99
B. Recherche des produits de sécrétion. 99
1) Essence et résine. 99
2) Gommes et mucilage. 99

IV. TANIN.
A. Recherche microchimique du tanin. 99
B. Dosage du tanin dans la tige et dans la feuille de Dipsacus sylvestris. 100

CONCLUSIONS. 102
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE. 106